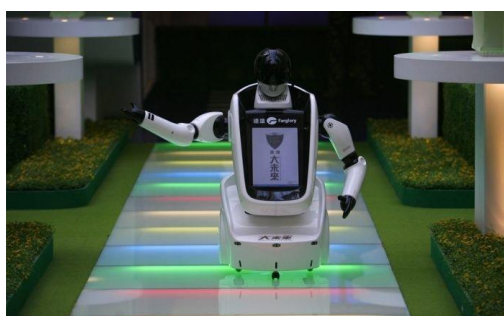


**КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ И ФИНАНСОВ**

Ю.И. АЗИМОВ, И.Л. БЕИЛИН, С.Н. САВДУР

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ТЕХНОЛОГИЙ

Конспект лекций



Казань-2013

Азимов Ю.И., Беилин И.Л., Савдур С.Н.

Современные системы технологий. Конспект лекций / Ю.И.

Азимов, И.Л. Беилин, С.Н. Савдур; Каз.федер.ун-т. – Казань, 2013. – 80 с.

В предлагаемых лекциях рассмотрены основные вопросы металловедения, термической обработки, типовых производственных процессов в машиностроении. Изложены основы литейного производства, обработки металлов давлением, обработки металлов резанием, описана организация и управление технологическим процессом сборки машин. А также изучаются важнейшие вопросы инновационного развития нефтегазохимического комплекса и биотехнологии. Подготовленный материал можно изучать самостоятельно, выполняя предлагаемые задания

Принято на заседании кафедры статистики, эконометрики и
естествознания

Протокол № 1 от 25.09.2013

© Казанский федеральный университет

© Азимов Ю.И., Беилин И.Л., Савдур С.Н.

Содержание

1. Лекция 1. Системные принципы современных технологических процессов	6
1.1. Экономика России	6
1.1.1. Состояние экономики России. Устойчивое развитие.....	6
1.1.2. Природно-продуктовые вертикали.....	8
1.1.3. Задачи российской экономики	9
1.2. Понятие технологии. Основные факторы ССТ. Задачи курса ССТ.....	9
1.3. Системный подход в технологии производства.....	11
1.4. Вопросы для изучения	13
1.5. Глоссарий	13
1.6. Рекомендуемые информационные ресурсы	14
1.7. Список сокращений.....	14
2. Лекция 2. Классификация и характеристика технологических процессов	15
2.1. Производственный процесс и его структура.....	15
2.2. Технологический процесс. Классификация и характеристика.....	17
2.2.1. Механические технологические процессы.....	18
2.2.2. Химико-технологические процессы.....	21
2.3. Вопросы для изучения	22
2.4. Глоссарий	23
2.5. Рекомендуемые информационные ресурсы	23
2.6. Список сокращений.....	24
3. Лекция 3. Управление качеством продукции на примере металлов и сплавов	25
3.1. Металлы. Виды термообработки	25
3.2. Сплавы металлов	27
3.2.1. Сплавы железа с углеродом	28
3.2.2. Легированные стали	29
3.2.3. Инструментальные материалы.....	30
3.2.3.1. Углеродистая сталь (инструментальная)	30
3.2.3.2. Быстрорежущая сталь	30
3.2.3.3. Твёрдые сплавы	30
3.2.3.4. Минералокерамические материалы	31

3.2.3.5. Алмаз.....	31
3.3 . Вопросы для изучения	31
3.4. Глоссарий	32
3.5. Рекомендуемые информационные ресурсы	32
3.6. Список сокращений.....	33
4. Лекция 4. Типовые производственные процессы в машиностроении....	34
4.1. Структура и типы «машиностроительного» производства	34
4.1.1. Единичный тип производства	35
4.1.2. Массовое производство	36
4.1.3. Серийное производство	37
4.2. Вопросы для изучения	38
4.3. Глоссарий	39
4.4. Рекомендуемые информационные ресурсы	39
4.5. Список сокращений.....	39
5. Лекция 5. Современные технологии производства заготовок деталей машин	41
5.1. Экономическая оценка издержек производства заготовок деталей машин.....	41
5.2. Способы получения заготовок	42
5.3. Вопросы для изучения	45
5.4. Глоссарий	46
5.5. Рекомендуемые информационные ресурсы	46
6. Лекция 6. Управление технологическими процессами обработки металлов	47
6.1. Основные виды технологических операций обработки металлов резанием.....	47
6.2. Вопросы для изучения	49
6.3. Глоссарий	50
6.4. Рекомендуемые информационные ресурсы	50
7. Лекция 7. Современные технологии сборки изделий машиностроения	52
7.1. Точность в машиностроении.....	52
7.2. Современные технологические процессы сборки машин.....	54
7.3. Вопросы для изучения	57
7.4. Глоссарий	58
7.5. Рекомендуемые информационные ресурсы	58
7.6. Список сокращений.....	58

8. Лекция 8. Инновационное развитие нефтегазохимического комплекса.....	59
8.1. Задачи научного и технологического развития химического комплекса России	59
8.2. Нефтепереработка Татарстана: направления сотрудничества с наукой.....	71
8.3. Вопросы для изучения	71
8.4. Глоссарий	72
8.5. Рекомендуемые информационные ресурсы	72
8.6. Список сокращений.....	72
9. Лекция 9. Биотехнология.....	74
9.1. Основные направления развития биотехнологии	74
9.2. Вопросы для изучения	79
9.3. Глоссарий	80
9.4. Рекомендуемые информационные ресурсы	80

Системные принципы современных технологических процессов

Аннотация. Данная тема раскрывает основные понятия современных систем технологий (ССТ), системного подхода в технологии производства, а также описывает состояние российской экономики.

Ключевые слова. Устойчивое развитие, природно-продуктовые вертикали, технология, системный подход, кибернетика.

Методические рекомендации по изучению темы

- Тема содержит лекционную часть, где даются общие представления по теме, которую необходимо изучить, и ответить на вопросы.

1.1. Экономика России

1.1.1. Состояние экономики России. Устойчивое развитие

Россия – самая большая страна в мире. Она занимает 1/8 часть земной суши. В ней проживает всего 2% населения планеты.

Россия занимает 1 место в мире:

- по запасам и добыче природного газа (32% т.е. 40-50 млрд.куб.м и 35%). Запасов хватит на 60-70 лет;
- по добыче нефти (505 млн. тонн при 8-10 млрд.т разведанных запасов, которых хватит на 16-20 лет);
- по запасам каменного угля (23%). Запасы на 150-200 лет;
- по запасам лесных ресурсов (23%) -35-40% мировых площадей;
- по запасам питьевой воды;
- по производству и экспорту алюминия;
- по запасам алмазов и т.д.

В то же время Россия занимает в мире:

- ♦ 170 место по использованию передовых информационных и коммуникационных технологий;
- ♦ 172 место по расходам государства на человека;
- ♦ 175 место по уровню физической безопасности граждан;
- ♦ 1 место по потреблению табака;
- ♦ 2 место по уровню бюрократизма, а также по количеству заключенных на 1000 чел. (после США);

- ♦ 15 место по размерам ВВП (582 млрд.\$), позади стран большой семерки, а также Китая, Испании, Индии, Южной Кореи, Мексики, Австралии, Бразилии;
- ♦ 48 место в мире по размерам ВВП на душу населения - 14247 долл. (для сравнения в Бразилии 12079 долл. – 58 место).

По оценкам Росстата и РАН российское природное богатство составляет 400 трлн.\$ (т.е. 2,8 млн.\$ на человека). Россиянин богаче:

- американца - в 2 раза;
- немца - в 6 раз;
- японца - в 22 раза.

Вывод: Наблюдается серьезное отставание России по ключевым экономическим показателям. Дальнейшее развитие экономики России возможно только в условиях устойчивого развития, внедрения инновационного, современного технологического производства.

Устойчивое развитие(УР):

- ♦ развитие, которое не возлагает дополнительные затраты на следующие поколения;
- ♦ развитие, которое обеспечивает постоянное простое или расширенное воспроизводство производственного потенциала на перспективу;
- ♦ развитие, при котором человечеству необходимо жить только на проценты с природного капитала.

Функция устойчивого развития:

$$F_t(L, K, N, I) < F_{t+1}(L, K, N, I),$$

где: L – трудовые ресурсы, интеллектуальный потенциал;

K – производственный потенциал, современные технологии, оборудование;

N – природные ресурсы;

I – институциональный фактор, управленческий капитал;

t – время.

Зависимость ВВП от параметров функции УР можно выразить в виде уравнения Кобба-Дугласа:

$$ВВП = A \cdot N^a \cdot K^b \cdot L^c \cdot I^d$$

где A, a, b, c, d – коэффициенты, определяющие конечный результат развития экономики страны.

Сырьевая направленность российской экономики не обеспечивает ее устойчивое развитие и благосостояние граждан.

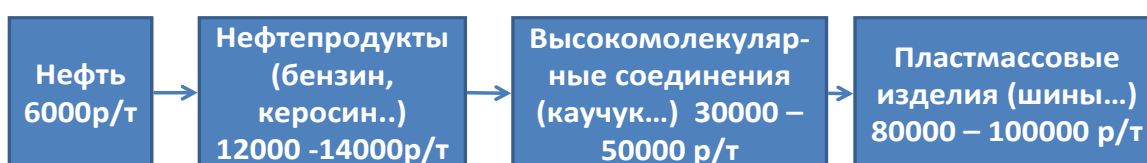
Сегодня соревнование стран идет на разных полях. Развитые зарубежные страны живут в постиндустриальном обществе, используя 5-й и 6-й технологические уклады, считая от промышленной революции XVIII в. Россия до сих пор живет в индустриальной экономике, где преобладают технологии 3-го, в лучшем случае 4-го уклада, характерные для середины прошлого века. Сократить отставание, копируя чужие достижения, уже нельзя, нужен прорыв.

Вывод: В структуре экономики России основную роль играют природные ресурсы (N) и труд относительно низкой квалификации (L). В развитых странах мира ВВП создается при помощи наукоемких информационных технологий (I) и высококвалифицированного труда. Это означает, что при меньших затратах ресурсов происходит увеличение производства товаров и услуг.

1.1.2. Природно-продуктовые вертикали

Итак, главную роль в экономике России играют природные ресурсы (ПР), но нет жесткой связи между ростом потребления ПР и экономическими результатами. Очевидно, дело не в объемах ПР, а в экономических структурах их использующих. Для повышения эффективности экономики России и роста ВВП необходима ориентация на конечные результаты. Для реализации этого макроэкономического подхода целесообразно построение природно-продуктовых вертикалей (цепочек) – ППВ.

ППВ для нефти:



ППВ для древесины:



Рис. 1. ППВ для нефти и древесины.

Для экономики России актуальна глубокая переработка сырья с получением продукции с высокой добавленной стоимостью.

Выводы:

1. Производственный потенциал экономического развития России имеет сырьевое направление.
2. Промышленный капитал – основная часть национального богатства России – развит слабо; Предприятия морально и физически устарели. За последние 30 лет построено единственное в России предприятие нефтепереработки ОАО «ТАНЕКО» (РТ).
3. Итоги развития экономики России, основанной на имеющейся структуре общественного богатства, показывают серьезное отставание величины ВВП на душу населения.
4. Человеческий капитал, качество социальных институтов (институциональный потенциал) составляет всего 14% (5,9 тыс.\$) среди факторов экономического развития (63-87% - 439 тыс.\$ - в богатых странах).
5. Слабое развитие реальной экономики России не позволяет ей занять достойное место на мировом рынке (< 1%).

Причина экономической ослабленности России - критическое отставание в модернизации технологического производства.

1.1.3. Задачи российской экономики

- ♦ Формирование человеческого капитала как особого фактора экономического развития. (Наибольший успех достигается при вложении инвестиций в человека – новые знания, воплощенные в образовании, новых технологиях и оборудовании, организации и управления.).
- ♦ Использование новой техники, новых или улучшенных технологических процессов.
- ♦ Внедрение продукции с новыми свойствами.
- ♦ Формирование новых рынков сбыта.
- ♦ Совершенствование управления производством, внедрение экономических институциональных принципов управления.

1.2. Понятие технологии. Основные факторы ССТ.

Задачи курса ССТ.

Технология [techne] – искусство, ремесло, наука – совокупность знаний о способах и средствах проведения производственных процессов.

Технология как искусство – знание дела, мастерство, умение реализовать способ;

Технология как ремесло – квалификация, компетентность;

Технология как наука – теория, закономерности, управление, способ мышления.

Современная технология базируется на результатах фундаментальных и прикладных научных исследований, использовании совершенной техники, информационных систем анализа и управления. Наукоемкое производство, позволяет получать продукцию с новым комплексом свойств.

Главная задача современной технологии – обеспечение конкурентоспособности выпускаемой продукции на рынке сбыта.

Уровень конкурентоспособности современной (высокой) технологии должен оцениваться по 3 факторам:

- ◆ качество производимой продукции;
- ◆ гибкость производственного процесса;
- ◆ экономическая эффективность.

Качество - совокупность свойств и характеристик продукции или услуги, которые придают им способность удовлетворять определенные потребности.

Каждое изделие, поставляемое в условиях жесткой конкуренции на внутренний и, в особенности на внешний рынок, должно обладать новым уровнем свойств и отвечать все возрастающим требованиям, предъявляемым потенциальным потребителем к функциональным, экологическим и эстетическим свойствам. Например:

- эксплуатационные свойства: надежность, ресурс, экологичность и др.;
- эстетические: внешний вид, оформление, упаковка, опции и др.;
- технологические: удобства эксплуатации, сервис, стоимость эксплуатации (расход топлива...).

Гибкость производства – способность технологического процесса к быстрой «переналадке», к выпуску нового вида продукции, изменению ее свойств, вида, сортности, номенклатуры в соответствии с рыночным спросом.

Экономическая эффективность - конкурентоспособность по экономическим показателям (производительность труда, себестоимость, ресурсоемкость, энергоемкость и т.д.).

Эти 3 фактора современного производства находятся в диалектической взаимосвязи и образуют единую информационную систему.

Основные признаки современной технологии:

- наукоемкость;

- системность;
- математическое моделирование;
- структурно-параметрическая оптимизация;
- высокоэффективный рабочий процесс;
- компьютерная технологическая среда;
- техническое и кадровое обеспечения;
- устойчивость и надежность;
- экологическая чистота.

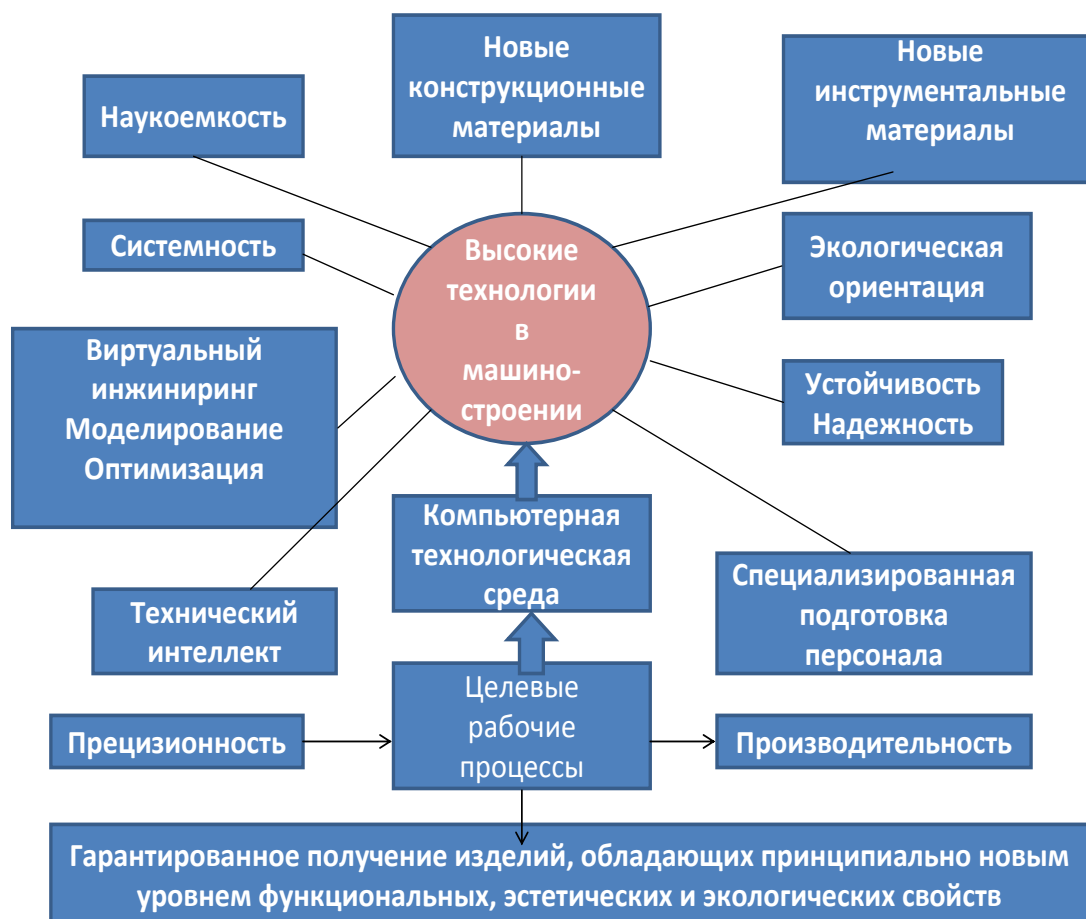


Рис. 2. Структура высоких технологий

Задачи курса ССТ:

- изучение организации современного промышленного производства;
- получение будущими экономистами навыков проведения технико-экономического анализа современного промышленного производства.

1.3. Системный подход в технологии производства

Появившаяся в середине 20 века новая наука – кибернетика - изучает сложные системы с обратной связью. Она возникла на стыке математики, техники и нейрофизиологии, и ее интересовал целый класс систем, как живых, так и неживых, в которых существовал механизм обратной связи.

Оригинальность этой науки заключается в том, что она изучает не вещественный состав систем и не их структуру (строение), а результат работы данного класса систем. Системы изучаются в кибернетике по их реакциям на внешние воздействия, другими словами, по тем функциям, которые они выполняют. Наряду с субстратным и структурным подходом, кибернетика ввела в обиход функциональный подход как еще один вариант системного подхода в широком смысле.

На рис.3 изображена кибернетическая система с обратной связью (входные параметры; выходные параметры; отрицательная обратная связь, направленная на поддержание стабильности в системе, на «гашение» возмущений (отклонений) параметров от заданных).

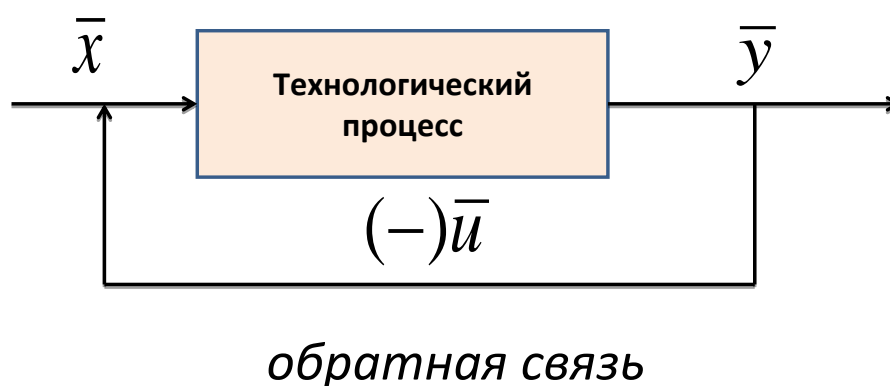


Рис. 3. Кибернетическая система с обратной связью

Под системным (кибернетическим) подходом мы понимаем ряд организационных, технических, математических методов, объединенных в единую интегрированную систему на основе компьютерных технологий. Существенным признаком кибернетического подхода является автоматизация, базирующаяся на компьютерном управлении всеми процессами проектирования, изготовления и сборки, на физическом, геометрическом и математическом, моделировании, всестороннем анализе моделей процесса.

Итак, кибернетический подход предполагает наличие в управляющей системе следующих элементов:

1. информационное обеспечение, т.е. математическая модель технологического процесса;
2. система контрольно-измерительных приборов (КИП);
3. начальные условия и система ограничений;

4. целевая функция управления (критерий оптимальности);
5. вычислительные алгоритмы, программное обеспечение, вычислительный комплекс;
6. исполнительные механизмы регулирования, управления.

Математическая модель:

$$\bar{y} = f(\bar{x}, \bar{u})$$

Она может быть записана:

- в эмпирической форме:

$$\bar{y} = a_1 + a_2 x_1 x_2 + \dots + b_1 x_1 x_2 + \dots$$

- в аналитической форме:

$$\frac{dy}{dx} = k_1 x_1 + k_2 x_2 + \dots$$

Задача управления технологическим процессом сводится к решению уравнений математической модели, сравнении реальных и вычисленных значений выходных параметров:

$$\Delta \bar{y} = \bar{y}_0 - \bar{y}_1$$

Далее вырабатывается обратный сигнал управления с целью достижения целевой функцией оптимального значения:

$$R \rightarrow opt$$

Системный подход в условиях НТП дает возможность управления производством и является решающим элементом управления качеством продукции.

1.4. Вопросы для изучения:

1. Определение технологии как организационной системы, факторы современной технологии.
2. Основные признаки, особенности и экономические задачи современных технологий.
3. Информационные системы в современной технологии как принцип управления эффективностью производства.

1.5. Глоссарий

Технология [techne] – искусство, ремесло, наука – совокупность знаний о способах и средствах проведения производственных процессов.

Качество - совокупность свойств и характеристик продукции или услуги, которые придают им способность удовлетворять определенные потребности.

Гибкость производства – способность технологического процесса к быстрой «переналадке», к выпуску нового вида продукции, изменению ее свойств, вида, сортности, номенклатуры в соответствии с рыночным спросом.

Экономическая эффективность - конкурентоспособность по экономическим показателям (производительность труда, себестоимость, ресурсоемкость, энергоемкость и т.д.).

Кибернетика – наука, изучающая сложные системы с обратной связью.

1.6. Рекомендуемые информационные ресурсы:

1. Системы технологий: учебник / Под ред. проф. В.В.Трофимова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2012. –521 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
2. Ткачев А.Г., Шубин И.Н., Попов А.И. Промышленные технологии и инновации. Оборудование для наноиндустрии и технология его изготовления: Учебное пособие. - Тамбов: Издательство ТГТУ, 2012. - 132 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
3. Орехов В.Н. Учебное пособие: Системы технологий (рекомендации для выполнения технологической части дипломных работ и проектов) ИД«ИНЖЭК» 2011. – 256 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
4. Электронный учебник о современных технологиях (<http://ftpsite.ru/>).
5. Современные системы технологии (<http://stels300.ru>)
6. Промышленные технологии и инновации (<http://edu.tusur.ru>).
7. Технологии Инновации Производство (<http://promvesti-vrn.ru>).
8. Системы технологий (<http://twirpx.com>).

1.7. Список сокращений

УР – устойчивое развитие

ППВ - природно-продуктовые вертикали

ПР - природные ресурсы

КИП - контрольно-измерительные приборы

Классификация и характеристика технологических процессов

Аннотация. Данная тема раскрывает основные понятия производственных и технологических процессов.

Ключевые слова. Производственный процесс, технологический процесс, механические технологические процессы, химические технологии, технологическая операция, единичное производство, серийное производство, единичное производство, непрерывные химико-технологические процессы, периодические химико-технологические процессы.

Методические рекомендации по изучению темы

- Тема содержит лекционную часть, где даются общие представления по теме, которую необходимо изучить, и ответить на вопросы.

2.1. Производственный процесс и его структура

Производственный процесс (ПП) — совокупность всех действий людей и орудий труда, необходимых на данном предприятии для изготовления продукции.

Технологический процесс (ТП) является частью производственного процесса, содержащей целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда.

Структура ПП:

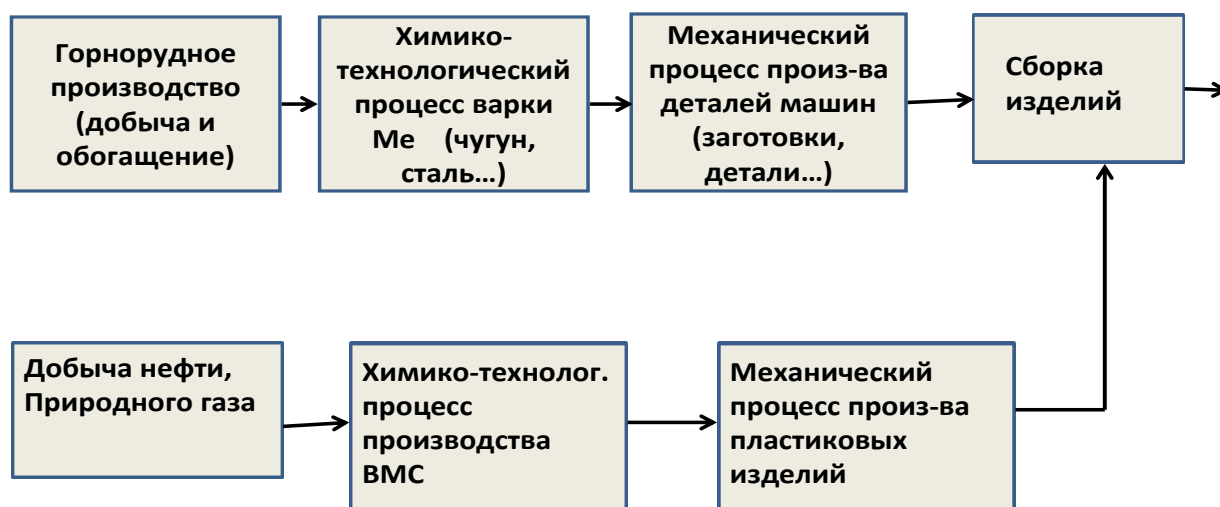


Рис. 1. Структура производственного процесса

Таким образом, при производстве любой продукции ПП содержит в своей структуре 2 принципиально отличных ТП:

- ♦ химико-технологические (ХТП)
- ♦ механические ТП (МТП).

Механические технологические процессы (МТП) - это процессы, в которых изменяется форма, геометрические размеры, физические свойства материала, выполняется соединение деталей в сборочные единицы и изделия, осуществляется контроль требований чертежа и технических условий.

Химические технологии – процессы коренного изменения внутреннего строения, состава и свойств веществ. В результате прохождения химико-технологических процессов (ХТП) образуются новые вещества.

Производственный процесс состоит из трудовых и автоматических процессов, а также естественных процессов, не требующих, как правило, затрат труда (например, время на охлаждение отливок, старение заготовок). На машиностроительных предприятиях, выпускающих сложную продукцию, производственные процессы очень разнообразны. Чтобы их рационально организовать, необходимо их классифицировать по наиболее важным признакам.

В зависимости от назначения выделяются следующие производственные процессы:

- ♦ основные, предназначенные для изменения формы или состояния материала продукции, являющейся в соответствии со специализацией предприятия товарной. Например, в автомобилестроительном производстве — это процессы изготовления деталей автомобиля и сборки из них узлов, агрегатов и автомобиля в целом, на инструментальных заводах — это изготовление инструмента;
- ♦ вспомогательные, в результате которых получается продукция, как правило, используемая на самом предприятии, для обеспечения нормального функционирования основных процессов. Например, изготовление средств технологического оснащения, средств механизации и автоматизации собственного производства, запасных частей для ремонта действующего оборудования, производство на предприятии всех видов энергии (электроэнергия, пар, газ и др.);
- ♦ обслуживающие, обеспечивающие основные и вспомогательные процессы услугами, необходимыми для их нормального функционирования, например транспортные и складские.

По степени автоматизации выделяются процессы:

- ручные (немеханизированные);
- механизированные (на станке);
- автоматизированные, частично выполняются без участия человека;
- автоматические, полностью высвобождающие рабочего от выполнения операций, оставляя за ним функции наблюдения.

Существуют и другие классификации ПП.

Таким образом, ПП - это совокупность основных технологических процессов + вспомогательные производства + система управления.

Пример: по «КАМАЗ» – это совокупность заводов (двигателей, шасси, колес...), относящихся к основному производству.

Вспомогательные производства:

- ♦ ремонтно-механический завод (РМЗ);
- ♦ энергоснабжение (ТЭС);
- ♦ очистные сооружения и т.д.

Управление:

- ♦ технический отдел;
- ♦ плановый отдел;
- ♦ экономический, финансовый, отдел маркетинга и т.д.

2.2. Технологический процесс. Классификация и характеристика

Технологический процесс (ТП) – совокупность технологических операций по переработке сырья в конечную продукцию.

Технологическая операция (ТО) – законченная часть ТП, выполняемая на одном рабочем месте.

К МТП относятся отрасли обрабатывающих производств:

- автомобилестроение;
- станкостроение;
- мебельное производство;
- производство бытовой техники;
- легкая промышленность.

К ХТП относятся отрасли перерабатывающих производств:

- ♦ нефтепереработка;
- ♦ производство стройматериалов (известь, цемент, гипс);
- ♦ пищевая промышленность;
- ♦ фармацевтика;
- ♦ металлургия.

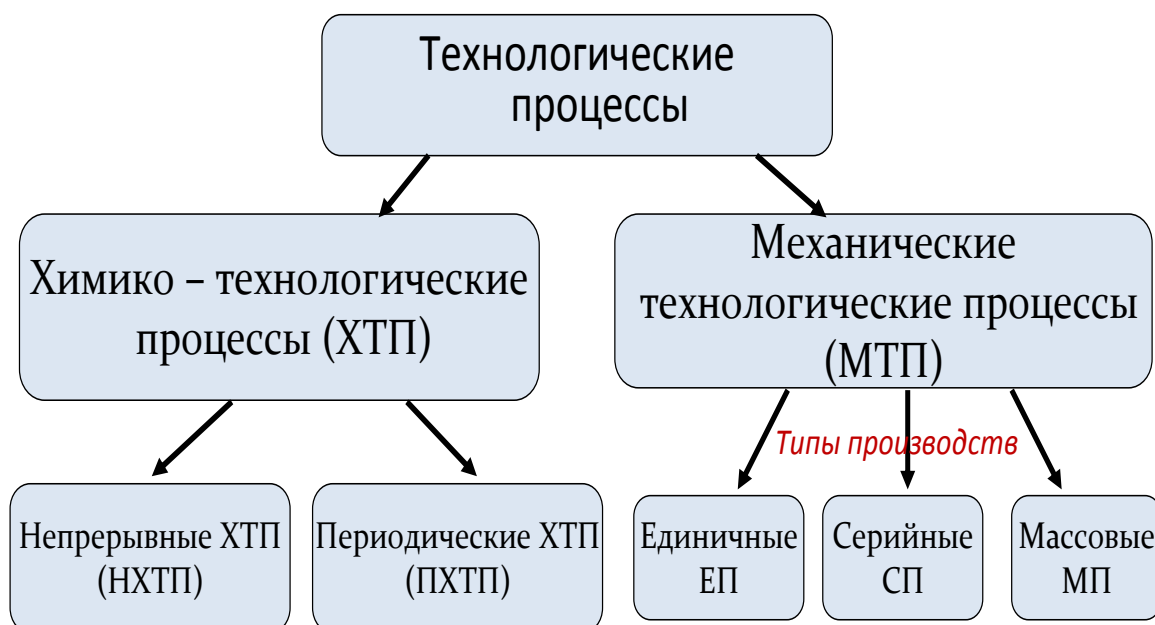


Рис. 2. Классификация технологических процессов

2.2.1. Механические технологические процессы

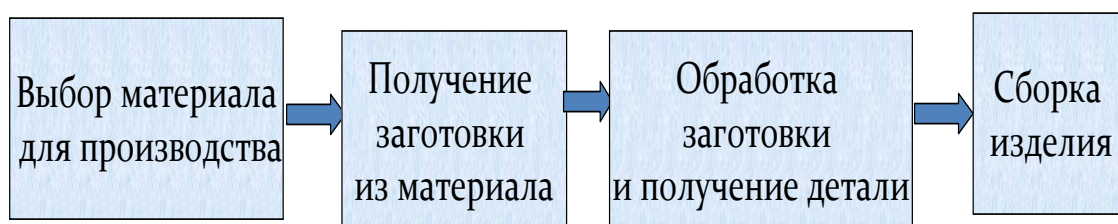


Рис. 3. Структура «машиностроительного» производства

Одной из основных характеристик типа МТП является коэффициент закрепления операций — отношение числа всех различных технологических операций (О), выполненных или подлежащих выполнению в течение месяца, к числу рабочих мест (Р):

$$K_{з.о} = O/P$$

$$1 < K_{з.о} < \infty$$

Единичное производство (ЕП).

ЕП характеризуется малым объемом выпуска N одинаковых изделий, повторное изготовление которых, как правило, не предусматривается; $1 < N < 10$. Это может быть опытное, ремонтное производство (изготовление инструмента, оснастки, н-р, штампа, формы для отливки...).

На рабочих местах в ЕП выполняют разнообразные операции ($K_{з.о} \rightarrow \infty$) на универсальном технологическом оборудовании, с использованием универсальной, унифицированной и стандартной технологической оснастки. ЕП обслуживают высококвалифицированные станочники, слесари сборщики-универсалы.

Серийное производство(СП).

СП характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых или ремонтируемых периодически повторяющимися производственными партиями (сериями) при заданном объеме выпуска.

СП условно разделяют на:

- мелкосерийное ($N \approx 10^2$, $K_{з.о} > 10$);
- среднесерийное ($N \approx 10^3$, $K_{з.о} = 6 - 10$);
- крупносерийное ($N \approx 10^4$, $K_{з.о} = 2 - 5$).

СП свойственны следующие особенности:

- ♦ необходимость переналадки станков с операции на операцию, т.к. за одним рабочим местом закреплено несколько операций;
- ♦ расположение оборудования по потоку (в крупносерийном производстве) или по групповому признаку — группы токарных, фрезерных и других станков (в мелкосерийном производстве);
- ♦ наличие межоперационного складирования заготовок;
- ♦ более длительный цикл изготовления изделий.

Главное преимущество СП - гибкость производства – способность перехода на выпуск новой партии изделия.

СП является основным типом современного машиностроительного производства, и предприятиями этого типа выпускается 75—80 % всей продукции машиностроения страны.

Используется универсальное и специализированное оборудование, станки с ЧПУ (числовое программное управление) и ОЦ (обрабатывающие центры), станки с револьверной головкой, применяются гибкие автоматизированные системы станков с ЧПУ, связанные с ЭВМ, групповые поточные линии и переменнo-поточные автоматические линии. Технологическая оснастка универсальная.

Исходная заготовка — горячий и холодный прокат, литье под давлением, точное литье, поковки, точные штамповки.

Средняя квалификация рабочих выше, чем в массовом производстве, но ниже, чем в единичном.

В СП при расчете норм времени на партию необходимо учитывать подготовительно-заключительное время.

Подготовительно-заключительное время $t_{п.з}$ затрачивается рабочим перед началом обработки партии заготовок или партии сборочных единиц и после окончания задания.

К подготовительной работе относится: получение задания, ознакомление с работой, наладка оборудования, в том числе установка специального приспособления;

К заключительной работе относится: сдача выполненной работы, снятие специального приспособления и режущего инструмента, приведение в порядок оборудования и т. д. Подготовительно-заключительное время зависит от сложности задания.

В массовом производстве в силу повторяемости одной и той же операции необходимость в работах, выполняемых в подготовительно-заключительное время, отпадает.

В единичном производстве подготовительно-заключительное время включается в штучное время.

В серийном производстве норму времени на обработку партии заготовок или сборку партии сборочных единиц рассчитывают по формуле:

$tN = t_{ш} \cdot N + t_{п.з}$, где N — размер партии.

Штучное время и подготовительно-заключительное время на выполнение операции над одной деталью образуют норму штучно-калькуляционного времени:

$$t_{ш.к} = t_{ш} + t_{п.з}/N$$

Массовое производство (МП).

МП характеризуется большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготавливаемых или ремонтируемых продолжительное время, в течение которого на большинстве рабочих мест выполняется одна рабочая операция.

Для МП, как правило, $N \approx 10^5 - 10^6$, $K_{з.о} = 1$.

Типичным примером МП являются предприятия, на которых изготавливаются автомобили, тракторы, мотоциклы, подшипники качения, велосипеды, швейные машины и т. д.

В МП применяют специальное высокопроизводительное оборудование, изготовленное по спецзаказу и предназначенное для изготовления конкретного изделия; Для МП характерен высокий уровень использования средств автоматизации, комплексной механизации и роботизации, высокая производительность труда и минимизация трудовых издержек. Средняя квалификация рабочих ниже, чем в ЕП и СП.

2.2.2. Химико-технологические процессы

ХТП непрерывного принципа функционирования.

Непрерывными (НХТП) называют процессы, в которых поступление сырья в аппарат и выпуск продукции происходят непрерывно (или систематическими порциями) в течение длительного времени. При этом технологические процессы протекают одновременно со вспомогательными и транспортными операциями. Простоев оборудования нет, производительность аппаратов выше.

Основные достоинства НХТП:

1. НХТП характеризуются огромной единичной мощностью производства. Например, современный нефтеперерабатывающий завод (НПЗ) имеет мощность до 12-18 (20) млн. тонн нефти в год, обеспечивая нефтепродуктами целые регионы потребителей. Другой пример, доменный процесс – процесс варки чугуна из железной руды. Работая в непрерывном режиме, аппарат варки чугуна – домна – обеспечивает производительность 5-7 млн. тонн чугуна в год.
2. НХТП обеспечивает стабильное качество производимой продукции.
3. НХТП – экономически высокоэффективное производство. Непрерывная технология производства позволяет успешно решать задачи минимизации производственных затрат на выпуск продукции, например, минимизировать энерго – и ресурсозатраты за счет использования принципа рецикла (возврата) энергетических ресурсов, использования вторичной энергии или рекуперации отходов производства.
4. В НХТП успешно внедряются высоко информатизированные автоматизированные системы управления (АСУТП), базирующиеся на результатах инновационных научных решений. Это позволяет значительно улучшить конечные показатели производства.
5. НХТП имеют исключительно высокий показатель по рентабельности инновационных инвестиций на совершенствование производства. Например, НПЗ, имеющий мощность по переработке 10 млн. т нефти вырабатывает продукцию на 10 млрд. руб. При внедрении инноваций с затратами 100 млн. рублей обеспечивается рост выпуска продукции на 0,2-0,5%, т.е. рентабельность составляет 200-500% от суммы инвестиций.

Негативным моментом внедрения НХТП является то, что стоимость строительства современных крупных предприятий требует огромных капиталовложений. Например, НПЗ «ТАНЕКО» - объем капиталовложений 7-7,5 млрд. долл. США.

ХТП периодического принципа функционирования (ПХТП).

Периодическим называют процесс, в котором порция сырья загружается в аппарат, проходит в нем ряд стадий обработки и затем выгружаются все образовавшиеся вещества. Таким образом, от загрузки сырья до выгрузки продукта проходит определенный период времени. Аппарат не работает (простаивает) во время загрузки и выгрузки. Эти операции связаны с затратой большого количества труда. Механизация загрузки и выгрузки затруднена. Аппарат работает с неполной интенсивностью при выводе на режим. Периодические процессы сложны в обслуживании; качество продукции нередко сильно меняется в зависимости от режима обслуживания.

Основные недостатки ПХТП:

1. Сложность механизации и автоматизации процесса.
2. Простои оборудования.
3. Нестабильность качества выпускаемой продукции.
4. Сложность обслуживания процесса.

Преимущества ПХТП:

1. Гибкость ПХТП – способность технологического процесса к выпуску продукции широкой номенклатуры, сортности, вида, состава продукции. Например, производство стали.
2. Простота оборудования.
3. Невысокие издержки организации производства.

ПХТП обеспечивает малотоннажное производство продукции во многих направлениях химической промышленности (спецхимия, химия высокомолекулярных соединений), фармакологии, биотехнологии, в производстве строительных материалов (гипса, извести), пищевой промышленности и др.

2.3. Вопросы для изучения:

1. Производственный процесс и его структура.
2. Технологический процесс. Классификация и характеристика.
3. Классификация и характеристика химико-технологических производств как подход к оптимизации технико-экономических показателей.
4. Непрерывные химико-технологические производства – характеристика, примеры.
5. Периодические химико-технологические производства – характеристика, примеры.

2.4. Глоссарий

Производственный процесс — совокупность всех действий людей и орудий труда, необходимых на данном предприятии для изготовления продукции.

Технологический процесс - является частью производственного процесса, содержащей целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда.

Механические технологические процессы - это процессы, в которых изменяется форма, геометрические размеры, физические свойства материала, выполняется соединение деталей в сборочные единицы и изделия, осуществляется контроль требований чертежа и технических условий.

Химические технологии – процессы коренного изменения внутреннего строения, состава и свойств веществ. В результате прохождения химико-технологических процессов (ХТП) образуются новые вещества.

Технологическая операция – законченная часть ТП, выполняемая на одном рабочем месте.

Непрерывными ХТП называют процессы, в которых поступление сырья в аппарат и выпуск продукции происходят непрерывно (или систематическими порциями) в течение длительного времени.

Периодическим называют процесс, в котором порция сырья загружается в аппарат, проходит в нем ряд стадий обработки и затем выгружаются все образовавшиеся вещества.

2.5. Рекомендуемые информационные ресурсы:

1. Системы технологий: учебник / Под ред. проф. В.В.Трофимова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2012. –521 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
2. Ткачев А.Г., Шубин И.Н., Попов А.И. Промышленные технологии и инновации. Оборудование для наноиндустрии и технология его изготовления: Учебное пособие. - Тамбов: Издательство ТГТУ, 2012. - 132 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
3. Орехов В.Н. Учебное пособие: Системы технологий (рекомендации для выполнения технологической части дипломных работ и проектов) ИД«ИНЖЭК» 2011. – 256 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
4. Электронный учебник о современных технологиях (<http://ftpsite.ru/>).

5. Современные системы технологии (<http://stels300.ru>)
6. Промышленные технологии и инновации (<http://edu.tusur.ru>).
7. Технологии Инновации Производство (<http://promvesti-vrn.ru>).
8. Системы технологий (<http://twirpx.com>).

2.6. Список сокращений

ПП - производственный процесс

ТП - технологический процесс

МТП - механические технологические процессы

ХТП - химико-технологические процессы

ТО - технологическая операция

ЕП - единичное производство

СП - серийное производство

МП - массовое производство

НХТП – непрерывные химико-технологические процессы

ПХТП – периодические химико-технологические процессы

НПЗ - нефтеперерабатывающий завод

АСУТП - автоматизированные системы управления технологическим процессом

Управление качеством продукции на примере металлов и сплавов

Аннотация. В данной теме описываются основные свойства металлов и сплавов, виды термообработки, направления развития современной технологии в обеспечении сверхвысоких показателей стойкости инструментальных материалов.

Ключевые слова. Металлы, аллотропия, термообработка, сплавы металлов.

Методические рекомендации по изучению темы

- Тема содержит лекционную часть, где даются общие представления по теме, которую необходимо изучить, и ответить на вопросы.

3.1. Металлы. Виды термообработки

Качество промышленной продукции является важнейшим и определяющим фактором конкурентоспособности.

Качество – главный функциональный показатель выпускаемой продукции от которого зависит выбор технологии производства.

Ценнейшим и важнейшим конкурентным материалом современного промышленного производства являются металлы и сплавы, в частности сплавы черных и цветных металлов заданного состава, имеющие определенную кристаллическую структуру и соответствующие ей физико-механические свойства.

Металлы – твёрдые вещества, имеющие кристаллическую структуру, что определено двумя показателями:

А) – атомы металла в кристаллической решётке располагаются на строго определённом расстоянии;

Б) – атомы металла в кристаллической решётке располагаются под определённым строго заданном углом.

Показатели А и Б определяют общую структурную комбинацию, такую, что каждый вид металла образует заданную кристаллическую структуру.

Например: кубо–центрическая структура (8 атомов на вершине, 1 атом в центре, т.е. всего 9 атомов в каждом кристалле).

Металлы обладают свойством аллотропии.

Аллотропия - способность существовать в различных кристаллических структурах.

Металлы при термическом или механическом воздействии (обработка давлением) переходят в другое кристаллическое состояние с соответствующим изменением свойств.

Например, кубо-центрическая структура переходит в гранецентрическую, в которой атомов на гранях 8 на вершинах, 1 – по центру, т.е. всего 15 атомов. Следовательно, следует ожидать повышение механических свойств металла в новой структуре.

Термообработка – термическое воздействие с целью обеспечения желаемых свойств материала за счет проведения процесса перекристаллизации.

В технологии машиностроения могут рассматриваться две задачи термообработки:

Вариант А - кованные, литые заготовки деталей машин подвергаются термообработке с целью размягчения металла для снижения трудоемкости обработки на металлорежущих станках – это способы «предварительной термообработки»:

- отжиг;
- нормализация.

Вариант В в технологии изготовления деталей машин включается операция термообработки, предназначенная для придания материалу износостойкости – это способы «окончательной» термообработки: закалка.

Структура техпроцесса термообработки

Все виды термообработки проводятся в три стадии:

τ_1 - материал нагревается до критической температуры (температура перекристаллизации);

τ_2 - выдержка при критической температуре для обеспечения глубины прогрева;

τ_3 - охлаждение с заданной скоростью.

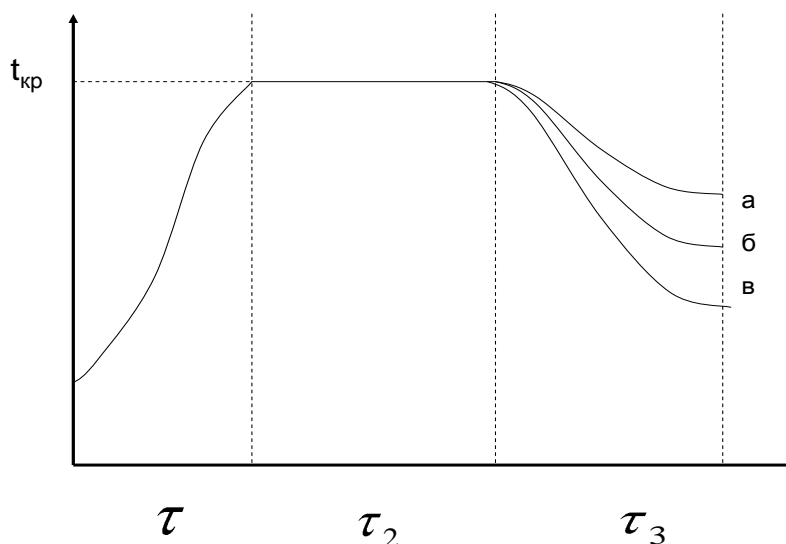


Рис. 1. Стадии термообработки

Варианты охлаждения:

а – охлаждение осуществляется со скоростью:

$$\frac{\Delta t}{\Delta \tau} = \frac{30 \pm 50^{\circ}\text{C}}{\text{час}} \text{ - это режим отжига.}$$

Реализация режима – охлаждение материала производят совместно с печью. Достигается пластичность, однородность кристаллической структуры.

б – охлаждение осуществляется со скоростью:

$$\frac{\Delta t}{\Delta \tau} = \frac{30 \div 50^{\circ}\text{C}}{\text{мин}}$$

Это режим – нормализации.

Реализация режима – охлаждение осуществляется на воздухе. Достигается снижение твердости.

в – охлаждение осуществляется со скоростью:

$$\frac{\Delta t}{\Delta \tau} = \frac{30 \div 50^{\circ}\text{C}}{\text{сек}}$$

Это режим заковки – охлаждение в жидкости, расплаве солей, маслах, в воде.

Достигается отверждение металла, повышение износостойкости.

3.2. Сплавы металлов

В технологии машиностроения чистые металлы не используются.

♦ из-за трудности получения абсолютно чистых металлов очень высока их цена;

♦ чистые металлы имеют низкие механические свойства.

Три вида сплавов.

1. Сплав как твердый раствор (2 вида).

1.1. Твердый раствор внедрения.

Другой металл или неметалл внедряется в кристаллическую решетку основного металла.

1.2. Твердый раствор замещения.

В котором основной металл в кристаллической решетке замещается другим металлом или неметаллом.

2. Сплав как химическое соединение – основной металл вступает в химическое соединение с другим металлом.

Например: $3\text{Fe} + \text{C} \rightarrow \text{Fe}_3\text{C}$ (карбид железа).

Внедрение достаточного количества углерода в кристаллическую структуру железа приводит к образованию карбидов железа (Fe_3C). Карбид железа – вещество очень высокой твердости. Металл становится тверже.

3. Сплав как механическая смесь

Кристаллизация карбидных соединений приводит к образованию зерновой структуры сплава в виде механической смеси. В условиях повышенной твердости такие сплавы одновременно характеризуется хрупкостью.

3.2.1. Сплавы железа с углеродом

Наиболее широко распространенные конструкционные материалы - сплавы железа с углеродом

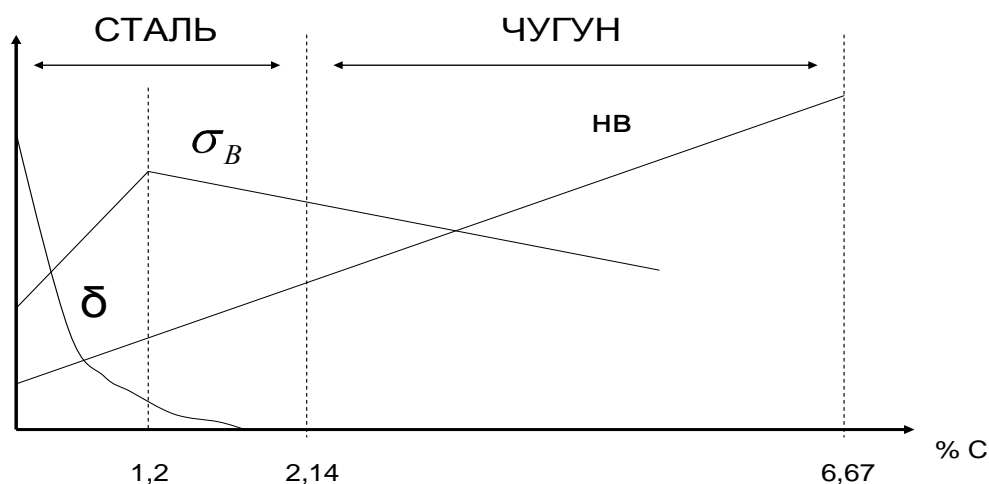


Рис.2. Диаграмма Fe – C

Где σ_B - прочность металла; δ – пластичность; HB – твёрдость.

Сталь – главный вид конструкционного материала сплав железа с углеродом (Fe – C) содержание углерода от 0,01 до 2,14% повышение содержания углерода приводит к:

1. росту прочности металла с увеличением содержания углерода до 1,2%;
2. резкому снижению пластичности;
3. твёрдость металла возрастает.

Чугун – сплав железа с углеродом (Fe – C) содержание углерода от 2,14 до 6,67% повышенное содержание углерода приводит к значительному возрастанию твёрдости металла HB в связи с переходом сплава к виду Fe_3C – карбид железа.

Одновременно наблюдается образование зерновой структуры – механическая смесь с возрастанием хрупкости материала.

Чугун – твёрдый, хрупкий материал обладает высокими литейными свойствами.

Конструкционные (качественные) стали

В технологии машиностроения используются следующие марки сталей:

- ♦ низкоуглеродные стали [НУ], ст. 08, ст. 10, ст. 15, ст. 20;
- ♦ среднеуглеродные стали [СУ] ст. 25, ст. 30, ст. 35, ст. 40, ст. 45;
- ♦ высокоуглеродные стали [ВУ] ст. 50, ст. 55, ст. 60, ... ст. 85.

Цифра умножается на 0,01%, что определяет состав стали и ее свойства.

3.2.2. Легированные стали.

С целью повышения прочностных и других показателей металла [σ_B >], в сплав вводится в пределах 1,5-2% легирующий компонент, такой, как хром, марганец, никель, кобальт и др.

Современная технология в металлургии сплавов в мировой практике предусматривает создание многокомпонентных легированных сплавов обеспечивающих производство конструкций с исключительно повышенными специфическими физико-механическими эксплуатационными свойствами.

Например: 40X (1,5÷2,0Cr) обеспечивает упрочнение металла на 30%.
30 г (марганец 1,5%) – повышает прочность стали (дешевле).

3.2.3. Инструментальные материалы

Инструментальные материалы представляют собой особую категорию сплавов для изготовления высокопроизводительных металлорежущих инструментов с высоким качеством обработки и минимальными издержками. За последние 40-50 лет технического прогресса по созданию новых инструментальных материалов скорость резания металлов увеличилась со 100 до 3000 мм/мин.

Качество инструментальных материалов определяется показателем стойкости T .

T - стойкость инструмента- оценивается показателем работоспособности по времени [мин], в течение которого инструмент работает непрерывно без ощутимого износа.

Стойкость инструмента функционально зависит от двух параметров:

- ♦ твёрдости материала (из которого сделан инструмент износостойкости) - HV ;
- ♦ температурной стойкости, температуры при которой наблюдается понижение твердости – $t_{ст}$.

Наиболее широкое применение в технологии машиностроения получили следующие инструментальные материалы:

3.2.3.1. Углеродистая сталь (инструментальная)

У7÷У13; цифра $\times 0,1\%$.

Углеродистая сталь характеризуется достаточно высокой твёрдостью, вместе с тем показатель температурной стойкости низкий $t=400-450^{\circ}C$. Углеродистая сталь применяется для изготовления инструментов работающих в циклическом режиме. Из У7÷У13 изготавливаются столярные инструменты (ножовочные полотна, напильники), резцы для строгальных станков и др.

3.2.3.2. Быстрорежущая сталь

- высоколегированная сталь марок: P9;P12;P18;P6M5;
- легированная вольфрамом (9÷18%); с добавлением хрома (3-4%), ванадия.

Вольфрам самый тугоплавкий металл ($4000^{\circ}C$), дорогостоящий, введение его в состав быстрорежущей стали обеспечивает температурную стойкость до $t_{ст.}=880^{\circ}C$.

Быстрорежущая сталь используется для изготовления сверл, фрез.

3.2.3.3. Твёрдые сплавы

Твёрдые сплавы – износостойкие и весьма твёрдые металлические материалы, содержащие в структуре карбиды вольфрама, титана.

Металлокерамические твёрдые сплавы ВК6, Т15К6 и другие применяют в виде пластинок к режущему инструменту.

ВК6 – 94% WC , 6% Co

Т15 К 6 - 15% TC, 79% WC, 6% Co

3.2.3.4. Минералокерамические материалы

Минералокерамические материалы (МКМ) очень твердые сплавы НВ-82-92; и способны сохранять твёрдость до температуры 1100 – 1240 °С, не содержат дорогостоящих элементов (вольфрама, ванадия, кобальта..). Используется тончайшие порошки минералов в виде оксидов, карбидов, нитридов. Например, нитрид титана.

Связующим служат стекловидные составы. Резцы МКМ изготавливаются по технологии порошковой металлургии.

Новые 4х – слойные минералокерамические сплавы для современных инструментов:

- специальный титановый слой (гладкая поверхность);
- слой Al₂O₃;
- слой TiCN;
- твердосплавный субстрат.

3.2.3.5. Алмаз

Алмаз имеет абсолютную твёрдость и износостойкость в десятки раз выше твёрдых сплавов.

Эффективность применения дорогостоящих алмазов (натуральных и синтетических) достигается в массовом машиностроительном производстве в процессе тонкого алмазного точения.

Малый износ инструмента – это стабильная точность размеров и высокое качество изделия.

3.3. Вопросы для изучения:

1. Определение влияния состава сплава металла на качество продукции (на примере сплавов сталь – чугун).
2. Три вида сплавов. Диаграмма «Состав - свойство» стали.
3. Лигированные стали. Управление составами сплавов.
4. Инструментальные материалы: состав и свойства быстрорежущей стали.
5. Инструментальные материалы: технико-экономические показатели инструментов из твердого сплава.
6. Направления использования натуральных и синтетических алмазов в современной технологии и их экономическая эффективность.

7. Назначение, технологический процесс и экономическая эффективность термообработки металлов отжигом.

8. Назначение, технологический процесс и экономическая эффективность термообработки металлов закалкой.

3.4. Глоссарий

Металлы – твёрдые вещества, имеющие кристаллическую структуру.

Аллотропия - способность существовать в различных кристаллических структурах.

Термообработка – термическое воздействие с целью обеспечения желаемых свойств материала за счет проведения процесса перекристаллизации.

Сталь – главный вид конструкционного материала сплав железа с углеродом (Fe – C) содержание углерода от 0,01 до 2,14%.

Чугун – сплав железа с углеродом (Fe – C) содержание углерода от 2,14 до 6,67% повышенное содержание углерода приводит к значительному возрастанию твёрдости металла НВ в связи с переходом сплава к виду Fe₃C – карбид железа.

Стойкость инструмента - оценивается показателем работоспособности по времени [мин], в течение которого инструмент работает непрерывно без ощутимого износа.

Малый износ инструмента – это стабильная точность размеров и высокое качество изделия.

3.5. Рекомендуемые информационные ресурсы:

1. Системы технологий: учебник / Под ред. проф. В.В.Трофимова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2012. –521 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
2. Ткачев А.Г., Шубин И.Н., Попов А.И. Промышленные технологии и инновации. Оборудование для наноиндустрии и технология его изготовления: Учебное пособие. - Тамбов: Издательство ТГТУ, 2012. - 132 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
3. Орехов В.Н. Учебное пособие: Системы технологий (рекомендации для выполнения технологической части дипломных работ и проектов) ИД«ИНЖЭК» 2011. – 256 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
4. Электронный учебник о современных технологиях (<http://ftpsite.ru/>).
5. Современные системы технологии (<http://stels300.ru>)

6. Промышленные технологии и инновации (<http://edu.tusur.ru>).
7. Технологии Инновации Производство (<http://promvesti-vrn.ru>).
8. Системы технологий (<http://twirpx.com>).

3.6. Список сокращений

НУ - низкоуглеродные стали

СУ - среднеуглеродные стали

ВУ - высокоуглеродные стали

МКМ - минералокерамические материалы

Типовые производственные процессы в машиностроении

Аннотация. В данной теме описывается сравнительная характеристика эффективности типовых машиностроительных производств в современном экономическом развитии.

Ключевые слова. Машиностроение, массовое производство, серийное производство, единичное производство.

Методические рекомендации по изучению темы

- Тема содержит лекционную часть, где даются общие представления по теме, которую необходимо изучить, и ответить на вопросы.

4.1. Структура и типы «машиностроительного» производства

Машиностроение – это совокупность отраслей промышленности, предназначение которых заключается в производстве множественных видов механизмов, устройств, агрегатов, изделий, которые на первый взгляд не имеют общих показателей по своему назначению, но похожи по структуре организации технологического производства.

Так к технологии машиностроения можно отнести такие отрасли как производство всех видов машин и механизмов, различных устройств, аппаратов, приборов, бытового оборудования, а также производство мебели или изделий легкой промышленности.

В чем общность модельного подхода? В структуре производства.

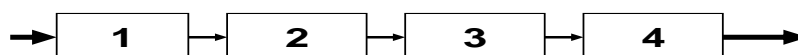


Рис. 1. Структура «машиностроительного» производства

1 – выбор материала и исходная форма представления.

2 – выбор заготовок для производства деталей машин, т.е. выбор или определение метода и способа получения заготовок деталей машин.

3 - технология обработки заготовок на станках с получением готовых деталей.

4 – сборка машин и их регулировка.

Задачи инновационных систем машиностроительного производства определены общими динамическими характеристиками эффективности системной структуры:

$$R = \sum r_j \rightarrow \max (\min)$$

Здесь R – системный критерий эффективности производственной инновационной технологии. r_j – показатель эффективности j – ой стадии производства (технологической операции).

Функциональная запись задачи оптимизации определена математическим методом динамического программирования, который реализует принцип Беллмана: независимо от достижения эффективности j – го этапа производства, общая функция системы должна быть оптимальной.

Конкретно, чтобы машиностроительное производство имело оптимальные показатели, технологические процессы на стадиях производства должны быть оптимальны.

Целевые функции машиностроительного производства в условиях внедрения инновационной технологии:

- минимизация материальных издержек на производство продукции;
- минимизация трудовых затрат (станочного времени, оплата труда).

Система управления машиностроительного производства во многом определена типом производства.

В машиностроении рассматриваются три типа производства:

- единичное производство;
- массовое производство;
- серийное производство.

4.1.1. Единичный тип производства

Единичное производство (ЕП) – производство продукции в единичных экземплярах.

ЕП - обеспечивается изготовление сколь угодно разнообразной продукции:

1. ЕП – обслуживает ремонт основного и станочного оборудования цехов др. типов производств;
2. изготовление специальной оснастки МП и СП;
3. изготовление опытных образцов изделий в системе НИОКР.

Техническое обеспечение ЕП используются:

- станки универсальные (на современном уровне развития производства используются станки ЧПУ) ;
- оснастка универсальная (приспособления - крепежные механизмы для закрепления заготовок или инструментов);
- инструменты универсальные – резцы, фрезы, сверла.

Инновационные технологии в Е.П. определены использованием качественных инструментов.

Решающее значение в ЕП играет квалификация рабочих – это высококвалифицированные универсалы станочники и слесаря наладчики, владеющие всеми видами работ в, т.ч. довести до выпуска опытных образцов изделий в системе НИОКР.

4.1.2. Массовое производство

Массовое производство (МП) - самый эффективный вид организации производства.

МП обеспечивает:

- высокую производительность труда;
- стабильное качество продукции;
- низкие трудовые издержки.

Вместе с тем, негативным для МП является узкая номенклатура продукции.

Структура технологического производственного процесса в машиностроении массового типа.

Принцип эффективности инновационной технологии в МП определен структурной дифференциацией технологического производства:

$$ТП = \sum_{j=1}^k TO = \sum_{j=1} \sum_{l=1} TП_{переход} = \sum_{j=1} \sum_{l=1} \sum_{k=1} TП_{проход}.$$

Здесь ТП – технологический производственный процесс изготовления изделий машиностроения.

ТО – технологическая операция – законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте;

ТПерехода – технологический переход, часть технологической операции по обработке одной из поверхностей или одним инструментом;

ТПроход. – технологический проход, часть технологического перехода, определяемое как снятие одного слоя металла с одной из обрабатываемых поверхностей.

Общая эффективность дифференцирования технологической операции в массовом производстве определены тем, что бесконечно малые действия – ТПпрох могут быть выполнены на автоматизированных станках, возможность работы роторных линий, минимизирующих участие человека в ТП, широкую роботизацию ТП освобождая от тяжелого физического однообразного монотонного труда.

Техническое обеспечение МП:

Оборудование:

1. специальные станки, работающие в автоматическом режиме.

Специальный станок разрабатывается по заказу, предназначен для выполнения только определенной операции - для изготовления только отдельного вида деталей или изделий.

Например: на КАМАЗе в 2006 г. за 2 млн. долл. был приобретен из Японии специальный станок – обрабатывающий центр только один вид детали блока цилиндров двигателя автомобиля.

Специальный станок имеет высокую стоимость, но обеспечивает:

- очень высокую производительность;
- высокую и заданную точность;
- низкие издержки производства.

Станки автоматы – выполняют операции без участия станочника (после наладки режима), выполняя все переходы в автоматическом режиме – подача и закрепление на станке заготовки, проведение последовательно всех переходов резания, сброс готовой детали в накопитель.

2. Оснастка (дополнительные устройства, для выполнения операции - закрепление заготовки, инструментов, приспособления) – специальная, предназначенная конкретно для данной детали.

3. Инструменты - возможно дорогостоящие, но высокоэффективные.

Например, алмазные резцы - дорогостоящие, но за счет высокой твердости абсолютно износостойкие, обеспечивают высокую точность обработки.

4.1.3. Серийное производство

Серийное производство (СП) наиболее перспективное направление развития технологии в отраслях машиностроения.

Основное достоинство СП как позитивный фактор СП - гибкость производства - способность производства удовлетворять спрос рынка по номенклатуре, по технологическому совершенствованию, по возможности управления издержками.

Экономический критерий СП определяет выражением:

$$k = t_{ст.} + T_{пз}/N$$

где $t_{ст.}$ - станочное время, затрачиваемое на выполнение операции при изготовлении деталей в ритмичных производствах.

Тпз –подготовительно-заключительное время, которое затрачивается дополнительно, при подготовке производства по выпуску новой серии продукции (по новой программе), время на организацию техпроцесса, затрачиваемое на подбор оснастки, инструментов, расчёта режимов резания, ввода информации в программные системы станка.

N- объём партии (серии) продукции планируемое к выпуску по новой технологии.

Техническое обеспечение СП.

1.Оборудование – станки, которые обеспечивают быструю переналадку на выпуск разнообразной продукции:

- «Револьверные» - станки оснащены револьверной головкой, устройством, обеспечивающем закрепление значительного количества инструментов для возможности их быстрой замены. Замена инструмента на современных фрезерных, токарных станках и «обрабатывающих центрах» осуществляется менее чем за 2 сек.

- Станки ЧПУ – станки с числовым программным управлением, в соответствии с которым работа станков по серийному выпуску изделий осуществляется по заданным цифровым программам. На станки ЧПУ, за счет программных систем проведения процесса резания, 3х-координатный процесс переводится в условия 4-5ти-координатное точение, что обеспечивает высокую точность обработки и снижение затрат на операцию.

- Комплексные станки - обрабатывающие центры - это многофункциональные компьютеризованные станки 4-5 уровня инновационного развития.

4.2. Вопросы для изучения:

1. Сравнительная технико-экономическая характеристика типовых производств.

2. Техничко-экономическое обоснование и принципы организации массового производства.

3. Техничко-экономическое обоснование и принципы организации единичного производства.

4. Техничко-экономическое обоснование и принципы организации серийного производства.

4.3. Глоссарий

Машиностроение – это совокупность отраслей промышленности, предназначение которых заключается в производстве множественных видов механизмов, устройств, агрегатов, изделий, которые на первый взгляд не имеют общих показателей по своему назначению, но похожи по структуре организации технологического производства.

Единичное производство – производство продукции в единичных экземплярах.

Массовое производство - это один из видов организации производства, который, как правило, характеризуется небольшой номенклатурой однородной продукции, но изготавливаемой в больших количествах.

Серийное производство — тип производства, характеризующийся ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых или ремонтируемых периодически повторяющимися партиями, и сравнительно большим объемом выпуска.

4.4. Рекомендуемые информационные ресурсы:

1. Системы технологий: учебник / Под ред. проф. В.В.Трофимова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2012. –521 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
2. Ткачев А.Г., Шубин И.Н., Попов А.И. Промышленные технологии и инновации. Оборудование для наноиндустрии и технология его изготовления: Учебное пособие. - Тамбов: Издательство ТГТУ, 2012. - 132 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
3. Орехов В.Н. Учебное пособие: Системы технологий (рекомендации для выполнения технологической части дипломных работ и проектов) ИД«ИНЖЭК» 2011. – 256 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
4. Электронный учебник о современных технологиях (<http://ftpsite.ru/>).
5. Современные системы технологии (<http://stels300.ru>)
6. Промышленные технологии и инновации (<http://edu.tusur.ru>).
7. Технологии Инновации Производство (<http://promvesti-vrn.ru>).
8. Системы технологий (<http://twirpx.com>).

4.5. Список сокращений

ЕП – единичное производство

МП - массовое производство

ТП – технологический производственный процесс

ТО – технологическая операция

ТПерехода – технологический переход

ТПроход. – технологический проход

СП - серийное производство

Современные технологии производства заготовок деталей машин

Аннотация. В данной теме описываются экономическая оценка издержек производства заготовок деталей машин (минимизация припуска), а также назначение, преимущества и недостатки современных видов производства заготовок.

Ключевые слова. Заготовка, припуск, прокатка, литье, ковка, штамповка, прессование, порошковая металлургия.

Методические рекомендации по изучению темы

- Тема содержит лекционную часть, где даются общие представления по теме, которую необходимо изучить, и ответить на вопросы.

5.1. Экономическая оценка издержек производства заготовок деталей машин

Заготовка – предмет труда по форме и размерам максимально приближенный к готовой детали.

Этап получения заготовок определяет экономическую эффективность всего машиностроительного производства.

Заготовка отличается от детали наличием избыточного слоя материала – ПРИПУСКА (Z). Припуск – важнейший экономический показатель, определяющий условия минимизации материалоемкости машиностроительного производства, снижение потерь.

Экономическая задача: минимизация припуска.

Себестоимость одной заготовки:

$$C_{заг} = (M + Z + P) + \frac{Ц_{осн}}{N}$$

где М – стоимость материала, затраченного на изготовление одной штуки заготовки. Значение М зависит от величины припуска, что в свою очередь определяется методом и способом производства заготовки; Р – расходы на эксплуатацию оборудования при изготовлении одной заготовки (амортизация оборудования, инструментов, стоимость электроэнергии); Z – зарплата производственных рабочих по штучному времени; Ц_{осн} – стоимость дополнительного устройства – оснастки.

Оснастка, как правило, очень дорога, поэтому слагаемое $C_{осн} / N$ вносит большой вклад в показатель себестоимости.

Например:

Вариант I:

$N = 5$ шт; $C_{осн} = 0$ (не используется);

$M = 120$ руб.; $Z = 17$ руб.; $P = 5$ руб.;

Тогда $C_{заг} = (120 + 17 + 5) = 142$ руб./шт.

Вариант II:

$N = 500$ шт.; $C_{осн} = 7000$ руб.

$M = 105$ руб.; $Z = 4$ руб.; $P = 2$ руб.;

Тогда $C_{заг} = 125$ руб..

Таким образом, применение оснастки становится выгодным в условиях большой программы выпуска изделий N .

5.2. Способы получения заготовок

Способы получения заготовок:

1. прокатка металлов;
2. литье;
3. обработка давлением:

- ковка;
- штамповка;
- прессование;

4. порошковая металлургия.

1. Прокатка. Прокатку производят на прокатных станах. Она представляет собой процесс обжатия и вытяжки металла заготовки. Более 75% всей выплавленной стали подвергается прокатке.

Виды проката: листовой, трубный, специальный, сортовой.

(+) Достоинства прокатки.

- ♦ Высокая производительность.
- ♦ Очень широкая номенклатура изделий (вплоть до шариков для шарикоподшипников).
- ♦ Метод поддается автоматизации.

(-) Недостатки прокатки.

- Высокая капиталоемкость и материалоемкость.
- Энергоемкость.
- Поверхность изделия требует механической обработки (недостаточно точная и чистая).
- Требуется термическая обработка изделий.

Вывод: метод выгоден для крупносерийного производства заготовок, само производство обладает высокой конкурентоспособностью.

2. Литье. Среди различных способов получения заготовок для машиностроительной продукции литье занимает первое место. Литейное производство, являясь одной из важнейших отраслей машиностроения, определяет уровень его развития.

Литейное производство основано на получении заготовок или готовых деталей машин путем заливки жидкого металла в литейные формы.

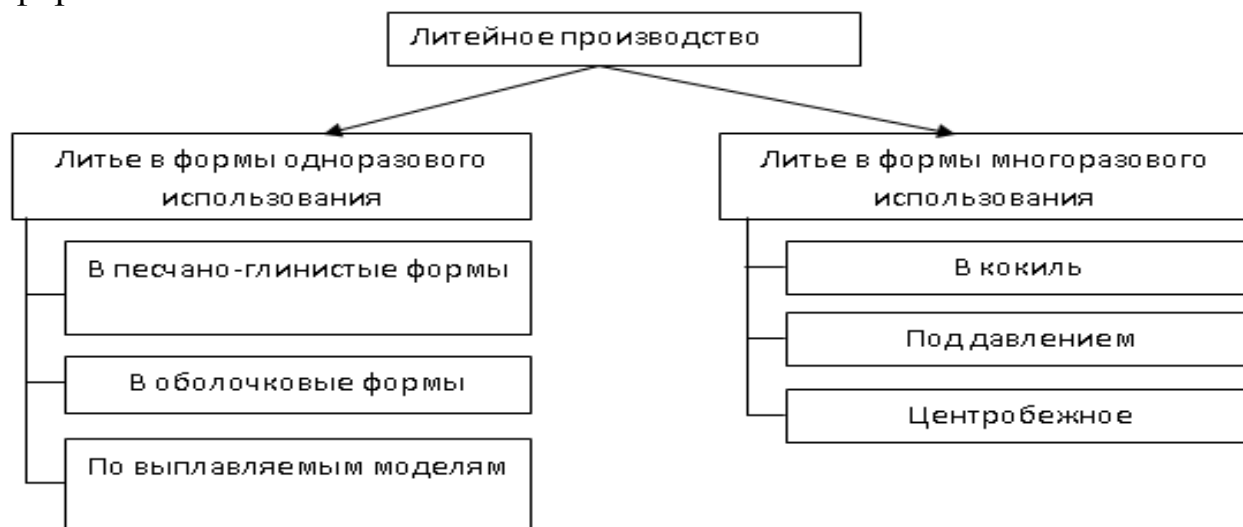


Рис.1. Способы литья

Достоинства литья.

♦ Точность (минимальный припуск). Отходы металла в стружку при обработке отливок примерно в 2 раза меньше, чем при изготовлении деталей из проката, а при литье прогрессивными методами они отсутствуют.

♦ Позволяет получать заготовки сколь угодно сложной конфигурации (фасонные).

♦ Нет ограничений по массе - масса отливок от граммов до сотен тонн.

Недостатки литья: дороговизна.

3. Обработка металлов давлением основана на использовании пластических свойств металлов.

• Ковка – это процесс получения деталей путем пластического деформирования металла под действием последовательных ударов молота

или под давлением пресса. Разделяют свободную ковку и ковку в штампах.

(+) ковки:

- ◆ ковкой получают самые разнообразные по форме и весу заготовки и изделия. Вес заготовок - от нескольких граммов до 200 т и более;

- ◆ забиваются микротрещины, повышаются механические свойства поковок (твердость).

(-) ковки:

- большой припуск (низкая точность и чистота поверхности);

- большие трудовые затраты, требуется высококвалифицированная рабочая сила;

- высокая стоимость оборудования;

- высокая энергоемкость, связанная с нагревом заготовки;

- низкая производительность.

- Штамповка. В зависимости от исходного, материала штамповку делят на объемную и листовую. Процессом листовой штамповки изготавливают: детали кузовов автомобилей, автобусов, корпусов самолетов, вагонов, металлическую посуду, детали мотоциклов, различных приборов, часов и др.

При штамповке течение металла ограничено стенками рабочей полости штампа и происходит по заданным направлениям.

(+) штамповки:

- ◆ более высокая производительность по сравнению со свободной ковкой (примерно в несколько десятков раз);

- ◆ более однородные и точные заготовки;

- ◆ припуск для механической обработки при объемной штамповке в 3—5 раз меньше, чем при свободной ковке;

- ◆ не требует высококвалифицированной рабочей силы;

- ◆ легко подвергается автоматизации.

(-) штамповки:

- ограниченность номенклатуры по весу и сложности штамповочных заготовок (до 350 кг);

- высокая стоимость штампов;

- монотонность работы на конвейере;

- невозможно изготовить изделия с внутренней структурой особо высокого качества.

• Прессование - способ обработки металлов давлением, при котором металл выдавливают из замкнутой полости через отверстие, в результате чего получают изделие с сечением по форме отверстия.

(+) прессования:

- ◆ высокая производительность;
- ◆ высокая точность изделий;
- ◆ метод подвергается автоматизации;
- ◆ можно изготавливать сложные профили;
- ◆ легко перейти на изготовление другого профиля, поменяв матрицу.

(-) прессования:

- высокая стоимость контейнера и матрицы;
- ограниченность номенклатуры по материалу;
- ограниченность номенклатуры профилями;
- высокие энергозатраты (нагрев металла).

4. Порошковая металлургия. Методами порошковой металлургии изготавливают изделия, имеющие специальные свойства: антифрикционные детали узлом трения приборов и машин (втулки, вкладыши, опорные шайбы и т.д.), конструкционные детали (шестерни, кулачки и др.), фрикционные детали (диски, колодки и др.), инструментальные материалы (резцы, пластины резцов, сверла и др.), электротехнические детали (контакты, магниты, ферриты, электрощетки и др.) для электронной и радиотехнической промышленности, композиционные (жаропрочные и др.) материалы.

Типовая технология производства заготовки изделий методом порошковой металлургии включает четыре основные операции:

- 1) получение порошка исходного материала;
 - 2) формование заготовок;
 - 3) спекание;
 - 4) окончательную обработку.
- (+): очень прочные изделия с особыми свойствами.
(-): дороговизна.

5.3. Вопросы для изучения:

Технология производства заготовок деталей машин давлением и ее экономическое обоснование.

29. Технология производства заготовок деталей машин литьем и ее экономическое обоснование.

30. Технология производства заготовок деталей машин прокатом и ее экономическое обоснование.

5.4. Глоссарий

Заготовка – предмет труда по форме и размерам максимально приближенный к готовой детали.

Припуск - избыточный слой материала.

Ковка – это процесс получения деталей путем пластического деформирования металла под действием последовательных ударов молота или под давлением прессы.

Прессование - способ обработки металлов давлением, при котором металл выдавливают из замкнутой полости через отверстие, в результате чего получают изделие с сечением по форме отверстия.

Прокатка — это процесс деформирования изделий, между вращающимися приводными валками.

Литьё - способ изготовления заготовки или изделия заполнением полости заданной конфигурации жидким металлом (или полимером) с последующим его затвердеванием.

5.5. Рекомендуемые информационные ресурсы:

1. Системы технологий: учебник / Под ред. проф. В.В.Трофимова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2012. –521 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
2. Ткачев А.Г., Шубин И.Н., Попов А.И. Промышленные технологии и инновации. Оборудование для nanoиндустрии и технология его изготовления: Учебное пособие. - Тамбов: Издательство ТГТУ, 2012. - 132 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
3. Орехов В.Н. Учебное пособие: Системы технологий (рекомендации для выполнения технологической части дипломных работ и проектов) ИД«ИНЖЭК» 2011. – 256 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
4. Электронный учебник о современных технологиях (<http://ftpsite.ru/>).
5. Современные системы технологии (<http://stels300.ru>)
6. Промышленные технологии и инновации (<http://edu.tusur.ru>).
7. Технологии Инновации Производство (<http://promvesti-vrn.ru>).
8. Системы технологий (<http://twirpx.com>).

Управление технологическими процессами обработки металлов

Аннотация. В данной теме описываются основные виды технологических операций обработки металлов резанием: точение, сверление, фрезерование, строгание, протягивание, шлифование.

Ключевые слова. Точение, сверление, фрезерование, строгание, протягивание, шлифование, электроэрозия.

Методические рекомендации по изучению темы

- Тема содержит лекционную часть, где даются общие представления по теме, которую необходимо изучить, и ответить на вопросы.

6.1. Основные виды технологических операций обработки металлов резанием

Задача. Организовать технологический процесс ОМР на металлорежущих станках, в процессе которого с минимальными издержками из заготовки изготавливается деталь заданного качества.

Качество детали:

- ♦ заданная конфигурация; виды поверхности;
- ♦ заданные размеры;
- ♦ точность размеров;
- ♦ прочностные характеристики материала.

ТПОМР – технологический процесс обработки металлов резанием.

Основные виды операций:

1. точение;
2. сверление;
3. фрезерование;
4. строгание;
5. протягивание;
6. шлифование;
7. электроэрозия.

1. Точение – токарная операция предназначена для обработки тел вращения с целью получения:

- цилиндрических;
- конических;

- торцевых поверхностей;
- сверления осевого отверстия;
- нарезания.

Техническое обеспечение токарной операции.

- Станки токарные – универсальные, револьверные, автоматические.
- Оснастка - (принадлежности и приспособления) трех кулачковый патрон, центра.
- Инструменты – резцы из твердого сплава ВК6; Т15К6; металлокерамика.

2. Операция сверления – предназначена для получения:

- глухих отверстий;
- сквозных отверстий;
- нарезания наружной и внутренней резьбы;

Техническое обеспечение.

- Станки сверлильные: вертикально- сверлильные; радиально-сверлильные.
- Оснастка (приспособления): патроны для закрепления инструментов, упоры (конуса), тиски для закрепления заготовок.
- Инструменты:
 - а). Сверла спиральные из быстрорежущей стали Р6М5; центровочные сверла; сверла с пластинками из твёрдых сплавов Т15К6; свёрла для глубокого сверления.
 - б). Зенкерование – зенкеры для образования фасонных, ступенчатых отверстий.

в) Развёртывание – развёртки – обеспечивается округлость отверстия, высокая точность размеров, низкая шероховатость поверхности отверстия.

3. Операция фрезерования – предназначена для получения фасонных поверхностей, плоскостей, получения многогранников, пазов, шлицев; нарезания зубчатых колес.

Техническое обеспечение.

- Станки фрезерные – вертикально – фрезерный, горизонтально – фрезерный, универсальный, ЧПУ, обрабатывающие центра.
- Оснастка – делительная головка – позволяет повернуть заготовку на любой заданный угол, зажимы, оправки.
- Инструменты – фрезы: цилиндрические; торцевые, шлицевые, дисковые, концевые, модульные, угловые – из быстрорежущего сплава, фрезы с наплавкой из твердого сплава (Т15К6), из керамических сплавов.

4.Строгание – обработка плоскостей значительной длины и площади, получение пазов, продольных каналов.

Техническое обеспечение:

– Станки строгальные.

– Инструменты – резцы из У7-У13, Т15К6.

5. Протягивание - специальная высокоэффективная технологическая операция механической обработки на протяжных станках многорядным, многолезвийным инструментом.

Назначение – обработка фасонных внутренних поверхностей; многопрофильных отверстий на деталях машин.

Организация технологической операции: протяжка однократно протягивается через отверстие заготовки.

Суммарно прохождение многорядного инструмента обеспечивает получение заданного размера.

Профиль отверстия определяется профилем зубьев инструмента.

Эффективность операции определена использованием процесса в крупносерийном, массовом производстве, когда за счёт использования протяжки (специального дорогостоящего) инструмента достигается обработка сложных поверхностей с обеспечением высокого качества.

Затраты операции:

$$Z_{oper} = \frac{Ц_{инструм}}{N \rightarrow \infty} + A_{\ll} + B_{\ll} = \ll$$

где Цинструм – стоимость протяжки, А – амортизация оборудования, В – трудовые издержки.

6. Шлифование – финишная операция отделочно-доводочная, обеспечивая необходимую точность размера, низкую шероховатость (высокая чистота) поверхности.

– Станки – шлифовальные.

– Оснастка – магнитные прижимы.

– Инструменты – абразивные круги или бруски (мелкозернистый спрессованный из твердых натуральных или синтетических кристаллов инструмент).

6.2. Вопросы для изучения:

1. Основные виды технологических операций обработки металлов резанием: точение, сверление, фрезерование, строгание, протягивание,

протягивание, шлифование. Виды и формы обрабатываемых поверхностей.

2. Техническое обеспечение: оборудование (станки, их характерные разновидности); инструменты (материалы для их изготовления); оснастка (дополнительные приспособления для обеспечения эффективности операции).

6.3. Глоссарий

Точение – токарная операция предназначена для обработки тел вращения.

Операция сверления – предназначена для получения глухих отверстий, сквозных отверстий, нарезания наружной и внутренней резьбы.

Операция фрезерования – предназначена для получения фасонных поверхностей, плоскостей, получения многогранников, пазов, шлицев, нарезания зубчатых колес.

Строгание – обработка плоскостей значительной длины и площади, получение пазов, продольных каналов.

Протягивание - специальная высокоэффективная технологическая операция механической обработки на протяжных станках многорядным, многолезвийным инструментом.

Шлифование – финишная операция отделочно-доводочная, обеспечивая необходимую точность размера, низкую шероховатость (высокая чистота) поверхности.

6.4. Рекомендуемые информационные ресурсы:

1. Системы технологий: учебник / Под ред. проф. В.В.Трофимова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2012. –521 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
2. Ткачев А.Г., Шубин И.Н., Попов А.И. Промышленные технологии и инновации. Оборудование для наноиндустрии и технология его изготовления: Учебное пособие. - Тамбов: Издательство ТГТУ, 2012. - 132 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
3. Орехов В.Н. Учебное пособие: Системы технологий (рекомендации для выполнения технологической части дипломных работ и проектов) ИД«ИНЖЭК» 2011. – 256 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
4. Электронный учебник о современных технологиях (<http://ftpsite.ru/>).
5. Современные системы технологии (<http://stels300.ru>)

6. Промышленные технологии и инновации (<http://edu.tusur.ru>).
7. Технологии Инновации Производство (<http://promvesti-vrn.ru>).
8. Системы технологий (<http://twirpx.com>).

Современные технологии сборки изделий машиностроения

Аннотация. Данная тема раскрывает основные вопросы современных технологических процессов сборки машин.

Ключевые слова. Номинальный размер детали, действительный размер детали, предельные размеры детали, технологические процессы сборки машин.

Методические рекомендации по изучению темы

- Тема содержит лекционную часть, где даются общие представления по теме, которую необходимо изучить, и ответить на вопросы.

7.1. Точность в машиностроении

Даже современными методами изготовления деталей обеспечить абсолютно точные их размеры нельзя.

Поэтому взаимозаменяемость однотипных деталей достигается установлением допустимых отклонений (допусков) размеров деталей от номинальных.

Номинальный размер детали d_n – основной размер, определенный исходя из функционального назначения детали и указываемый на ее чертеже.

Действительный размер детали получают в результате измерения, проведенного с допускаемой погрешностью.

Предельные размеры детали – это два предельных значения размера, между которыми должен находиться действительный размер годной детали. Различают наибольший ($d_{нб}$) и наименьший ($d_{нм}$) предельные размеры детали. Разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами называется допуском размера ($T = d_{нб} - d_{нм}$).

Точность задается в виде полей отклонения:

$\varnothing 27 \pm 0,05$. Это означает, что допускаются размеры детали $d_{нб} = 27,05$ и $d_{нм} = 26,95$

Следовательно, допуск размера определяет степень точности, с которой должна быть обработана деталь. Сравнение действительного размера с предельным дает возможность судить о годности детали.

Допуск:

$$T = d_{нб} - d_{нм} = 27,05 - 26,95 = 0,1 \text{ мм} = 100 \text{ мкм}$$

В РФ используется единая международная система допусков и посадок (ЕСДП). Классы (степень) точности названы квалитетами. Всего предусмотрено 19 квалитетов.

Квалитеты условно разделены на 3 группы:

I – 01, 0, 1, 2, 3, 4, 5 – квалитеты оценки точности измерительных приборов.

II – 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 – квалитеты точности конструкционных размеров деталей машин.

III – 13, 14, 15, 16, 17 – квалитеты размеров заготовок.

В условиях заданного квалитета допуск размера рассчитывается по соотношению:

$$T = a \cdot i,$$

где a – число квалитета (определяется по табл.1.);

i – число размера.

Таблица 1.

Значение числа квалитета a^*

IT	6	7	8	9	10	11	12
a	10	16	25	42	64	100	160

Число размера:

$$i = 0,001 \cdot \sqrt[3]{d_n}$$

где d_n – номинальный размер.

Пример 1: Оценить допуск размера для детали с номинальным диаметром $d_n = 64$ мм по 8-му квалитету: $\varnothing 64IT8$.

Решение: Для IT8 по табл. $a = 25$

$$T = a \cdot i = 25 \cdot 0,004 = 0,1 \text{ мм} = 100 \text{ мкм}$$

$$\text{Отклонение } \Delta = 0,1/2 = 0,05 \text{ мм}$$

Ответ: $\varnothing 64 \pm \Delta = 0,05$

Это означает, что $d_{нб} = 64,05$; $d_{нм} = 63,95$

Пример 2: Найти допуск и отклонения для $\varnothing 64IT6$

Решение: $a = 10$ (по табл.); $i = 0,004$;

$$\text{Допуск } T = a \cdot i = 10 \cdot 0,004 = 0,04 \text{ мм} = 40 \text{ мкм}$$

$$\text{Отклонение } \Delta = 0,04/2 = 0,02 \text{ мм}$$

Ответ: $\varnothing 64 \pm \Delta = 0,02$

Т.е. $d_{нб} = 64,02$; $d_{нм} = 63,98$

7.2. Современные технологические процессы сборки машин

Сборка — завершающая стадия производства машины. Надежность и долговечность машины в значительной степени зависят от качества сборки. Трудоемкость сборочных работ от общей трудоемкости изготовления машины достигает:

- 20 – 30% в массовом (МП) и крупносерийном ПП (КСП);
- 25 – 35% в ССП;
- 35 – 40% в ЕП и МСП.

Сборка – образование соединений составных частей изделия.

Различают следующие виды соединений: 1) неподвижные разъемные (например, резьбовые); 2) неподвижные неразъемные (сварка, пайка, склеивание...); 3) подвижные разъемные; 4) подвижные неразъемные.

Вопросы, связанные с достижением требуемой точности сборки, решаются с использованием теории размерных цепей собираемого изделия.

Погрешность размера замыкающего звена размерной цепи ω_{Σ} равна сумме погрешностей размеров составляющих звеньев данной цепи ω_i

$$\omega_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{m-1} \omega_i$$

m – число звеньев размерной цепи, включая замыкающее.

Допуск на замыкающее звено размерной цепи:

$$T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{m-1} T_i$$

где T_i – допуск i –го звена цепи.

Существует 2 метода сборки:

- полной взаимозаменяемости (ПВЗ);
- неполной взаимозаменяемости (НПВЗ).

Метод ПВЗ. Сборку с применением метода ПВЗ применяют при условии, что любая деталь, включаемая в качестве звена в размерную цепь, обеспечивает заданную точность замыкающего звена без какой-либо подгонки или подбора.

Сборка методом ПВЗ предусматривает:

1.Определение размера замыкающего звена:

$$A_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{m-1} \xi_i A_i$$

где A_i - составляющие звенья; ξ_i - направление вектора размера (для увеличивающихся звеньев (+), для уменьшающихся (-).

Формулу можно преобразовать к виду:

$$A_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \bar{A}_i - \sum_{i=n+1}^{m-1} \bar{A}_i$$

где n – число звеньев левого векторного направления.

2. Определяется допуск на замыкающее звено:

$$T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{m-1} |\xi_i| T_i$$

Отсюда точность размеров деталей:

$$T_i = \frac{T_{\Sigma}}{m - 1}$$

Соотношение определяет условие ПВЗ.

При заданном допуске замыкающего звена точность составляющих звеньев должна быть тем выше, чем больше их число. Поэтому сборка по методу ПВЗ рациональна в случае сравнительно коротких размерных цепей.

Метод ПВЗ широко применяется в массовом и крупносерийном производствах, которым присуща высокая технологическая культура и где окупаются затраты на новейшее оборудование и специальную оснастку, повышающую точность обработки.

Применение метода ПВЗ способствует:

- удешевлению и упрощению сборочных операций, вследствие чего отпадает необходимость в высококвалифицированных рабочих - сборщиках;
- простоте нормирования операций;
- упрощению организации и планирования всего производства;
- возможности перевода сборки на поток;
- облегчению и удешевлению всего процесса ремонта.

Сборка методом неполной (частичной) взаимозаменяемости (НПВЗ) заключается в том, что допуски на размеры деталей, составляющие размерную цепь, преднамеренно расширяют для удешевления производства. В основе метода лежит положение теории вероятностей, согласно которому крайние значения погрешностей составляющих

звеньев размерной цепи встречаются значительно реже, чем некоторые средние значения.

Расчет допуска на размер замыкающего звена ведут согласно правилу квадратичного суммирования по формуле:

$$\delta_{\Sigma} = a \sqrt{\sum_{i=1}^{m-1} K_i \delta_i^2}$$

где a — коэффициент риска, характеризующий процент выхода значений замыкающего звена за пределы установленного для него допуска (при $a = 3$ риск брака равен 0,27% при $a = 2$ он составляет 4,5% и при $a = 1$ риск составляет 32 %); K_i — коэффициент, характеризующий закон рассеяния размеров i -го составляющего звена (при законе распределения размеров, близком к закону Гаусса, $K_i = 1/9$; при законе рассеяния размеров, близком к закону Симпсона, $K_i = 1/6$; при законе равной вероятности $K_i = 1/3$); δ_i — расширенный допуск на i -е составляющее звено.

Пример: Сборка узла, состоящего из $m=7$ звеньев. Из условия работы узла допуск на замыкающее звено установлен $\delta_{\Sigma} = 0,09$ мм.

При сборке методом ПВЗ средний допуск на размеры составляющих звеньев не должен превышать $\delta_{icp} = \delta_{\Sigma}/(m-1) = 0,09/(7-1) = 0,015$ мм.

При сборке методом НПВЗ согласно формуле при $a = 3$ и $K_{cp} = 1/9$ средний допуск равен, мм:

$$\delta_{icp} = \delta_{\Sigma} / a \sqrt{K_{cp} m - 1} = 0,09 / 3 \sqrt{\frac{1}{9} 7 - 1} = 0,037$$

Следовательно, допуск на составляющие звенья может быть увеличен в 2,5 раза.

Расширение допусков на обработку сопрягаемых деталей приводит к экономии средств и труда.

Сборка методом НПВЗ целесообразна в серийном и массовом производствах для многозвенных цепей.

Способы сборки методом НПВЗ:

1. Сборка методом групповой взаимозаменяемости
2. Сборка способом регулирования
3. Сборка способом подгонки

Сборка методом групповой взаимозаменяемости заключается в том, что детали изготавливают с расширенными полями допусков, а перед сборкой сопрягаемые детали сортируют на размерные группы.

При сборке соединяют между собой детали одной размерной группы, причем точность деталей каждой группы соответствует конструктивным допускам.

Детали сортируют на размерные группы с помощью калибров, а в массовом производстве — с помощью сортировочных автоматов. Сборку деталей каждой группы ведут по методу ПВЗ.

Сборка методом регулировки заключается в том, что сопрягаемый узел имеет регулировочное устройство - компенсатор (винты, втулки, кольца...), с помощью которого достигается необходимая точность замыкающего звена.

Сборка методом регулировки имеет следующие преимущества:

- универсальность (метод применим независимо от числа звеньев в цепи, допуска на замыкающее звено и масштаба выпуска деталей);
- простота сборки при высокой ее точности;
- отсутствие пригоночных работ;
- возможность регулировки соединения и в процессе эксплуатации машины.

Сборка методом подгонки заключается в достижении заданной точности сопряжения путем снятия с одной из сопрягаемых деталей необходимого слоя материала опиловкой, шабрением, притиркой или любым другим способом. При изготовлении детали заранее оставляют припуск Z на пригоночные работы. Сборка методом пригонки трудоемка и целесообразна в единичном и мелкосерийном производстве.

7.3. Вопросы для изучения:

1. Техничко-экономическое обоснование технологического процесса сборки машин.
2. Обоснование экономического эффекта техпроцесса сборки машин по принципу полной взаимозаменяемости.
3. Обоснование экономического эффекта техпроцесса сборки машин по принципу неполной взаимозаменяемости.
4. Обоснование экономического эффекта техпроцесса сборки машин по принципу групповой взаимозаменяемости.
5. Обоснование экономического эффекта техпроцесса сборки машин способом подгонки.
6. Обоснование экономического эффекта техпроцесса сборки машин способом регулирования.

7.4. Глоссарий

Номинальный размер детали d_n – основной размер, определенный исходя из функционального назначения детали и указываемый на ее чертеже.

Предельные размеры детали – это два предельных значения размера, между которыми должен находиться действительный размер годной детали.

Сборка — завершающая стадия производства машины.

Действительный размер детали - получают в результате измерения, проведенного с допускаемой погрешностью.

7.5. Рекомендуемые информационные ресурсы:

1. Системы технологий: учебник / Под ред. проф. В.В.Трофимова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2012. –521 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
2. Ткачев А.Г., Шубин И.Н., Попов А.И. Промышленные технологии и инновации. Оборудование для наноиндустрии и технология его изготовления: Учебное пособие. - Тамбов: Издательство ТГТУ, 2012. - 132 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
3. Орехов В.Н. Учебное пособие: Системы технологий (рекомендации для выполнения технологической части дипломных работ и проектов) ИД«ИНЖЭК» 2011. – 256 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
4. Электронный учебник о современных технологиях (<http://ftpsite.ru/>).
5. Современные системы технологии (<http://stels300.ru>)
6. Промышленные технологии и инновации (<http://edu.tusur.ru>).
7. Технологии Инновации Производство (<http://promvesti-vrn.ru>).
8. Системы технологий (<http://twirpx.com>).

7.6. Список сокращений

ПВЗ - полной взаимозаменяемости

НПВЗ - неполной взаимозаменяемости

Инновационное развитие нефтегазохимического комплекса

Аннотация. Данная тема раскрывает основные вопросы инновационного развития нефтегазохимического комплекса.

Ключевые слова. Нефтегазохимическая промышленность, научно-исследовательская работа, опытно-конструкторская работа, научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки, опытно – технологическая работа.

Методические рекомендации по изучению темы

- Тема содержит лекционную часть, где даются общие представления по теме, которую необходимо изучить, и ответить на вопросы.

8.1. Задачи научного и технологического развития химического комплекса России

Россия занимает 18 место в мировой нефтегазохимической промышленности.

Цель - войти в пятерку лидеров, для этого необходимы перспективные проекты, новые технологии.

Таблица 1.

Проблемы основных отраслей экономики России

Наименование проблем	Кол-во предприятий, указавших на проблему	В % к итогу
Всего анкет	506	100
Высокие цены на услуги и продукцию естественных монополий	227	45
Устаревшее оборудование и технологии	197	39
Отсутствие средств на модернизацию	141	28
Ценовая неконкурентоспособность	121	24
Сужение внутреннего рынка	92	18
Неконкурентоспособность по	74	15

дизайну и качеству		
«Наводнение» рынка импортом	68	13
Отсутствие подготовленных кадров-специалистов	52	10
Несовершенство законодательства, стандартов и сертификатов	47	9
Отсутствие средств на научные исследования	26	5
Низкое качество комплектующих изделий	21	4

Перед нефтехимической отраслью России масштабные технологические задачи. Отрасль во многом зависит от зарубежных технологий, так как существующий уровень научной поддержки не позволяет решать актуальные задачи компаний. Решение задач требует координации усилий игроков рынка и государства, так как является экономически неэффективным в рамках одной компании.

Проблематика научной поддержки нефтегазохимической области

Низкая эффективность взаимодействия и координации действий всех участников отрасли:

- Отсутствие единых приоритетов и механизма координации компаний отрасли, научных и образовательных организаций в области НИОКР.

- Отсутствие механизма учета приоритетных направлений отрасли в базовом государственном и конкурсном государственном и частно-государственном финансировании.

- Отсутствие в нефтегазохимической отрасли источника исчерпывающей информации о существующих научно-исследовательских мощностях, исследуемых тематиках, перспективных разработках и кадровом составе, а также о существующих механизмах и источниках финансирования.

- Несоответствие темпов развития и структуры отраслевых исследований потребностям обеспечения национальной безопасности и спросу со стороны предпринимательского сектора.

- Низкая степень интереса отраслевых производителей к научному потенциалу.

Недостаточное стимулирование НИОКР, в т.ч. НИОКР компаний:

- Отсутствие эффективных механизмов стимулирования бизнеса в финансировании НИОКР (сложность отнесения затрат на НИОКР на себестоимость, неэффективный учет затрат на НИОКР для холдинговых компаний).

- Недостаточное число совместных с государством и компаниями программ финансирования, сложность процедур.

- Соответствие бюджета РАН бюджету небольшого американского университета.

- Неоптимальная возрастная структура исследователей (в основном, их возраст от 40 до 59 лет).

Низкая эффективность реализации результатов НИР в бизнесе:

- Отсутствие в компаниях и НИО мощностей испытательского комплекса, необходимых для проведения масштабирования разработок.

- Нехватка эффективных механизмов сотрудничества между различными НИО и компаниями.

- Зависимость российской промышленности от импортных технологий.

- Слабое развитие российского рынка интеллектуальной собственности.

- Разработку и внедрение технологических инноваций осуществляют:

1. в Германии 69,7%,;

2. в Ирландии – 56,7%,;

3. в Бельгии – 59,6%,;

4. в Чехии – 36,6% от общего числа компаний.

- Доля расходов на НИОКР – 3.7% выручки (напр. BASF – 1.7 млрд. руб.).

- Разработку и внедрение технологических инноваций осуществляют 20-25% от общего числа российских промышленных химических компаний.

- Среди российских химических комплексов уровень расходов на НИОКР составлял 0,28% от валовой выручки.

- Компании используют иностранные научные разработки, и готовые решения «строительства под ключ» для модернизации своего производства.

Основные меры поддержки нефтегазохимической отрасли со стороны государства:

1. Определение приоритетных направлений НИОКР в нефтегазохимической отрасли с учетом потребностей организаций нефтегазохимического комплекса в рамках Технологической платформы «Глубокая переработка углеводородных ресурсов» и разработка предложений по включению таких НИОКР в программы финансирования.

2. Разработка предложений по созданию условий для эффективного проведения НИОКР в нефтегазохимической отрасли в рамках приоритетов.

3. Разработка предложений по созданию условий и стимулов для повышения эффективности коммерциализации научных разработок в нефтегазохимической отрасли.

Технологическая платформа «Глубокая переработка углеводородных ресурсов».

Задачи:

- Координировать усилия государства, бизнеса и науки с целями:
 - Выделить ключевые проблемы и обозначить приоритеты в проведении НИОКР.
 - Сформировать "дорожную карту" развития и определить возможные источники финансирования.
 - Создать организационную структуру для мониторинга прогресса и проблем.

Предполагаемые области разработки приоритетов:

- В рамках ТП рассматриваются 6 направлений. К нефтехимии относятся следующие:
 - Процессы и катализаторы переработки природного и попутного газа.
 - Процессы и катализаторы производства мономеров и продуктов основного органического синтеза для нефтехимии.
 - Процессы и катализаторы производства полимеров для нефтехимии.
 - Экспертные группы по каждому направлению прорабатывают отдельные программы развития.

Формирование стратегической программы и тематического плана исследований. Организация:

- Обеспечение независимости ТП от функции распределения финансирования.
- Структурирование порядка работы участников, включая роли, сроки и области ответственности.
- План-график создания программы.

- Привлечение всех заинтересованных организаций.
- Рассмотрение вопроса об открытых инновациях.

Разработка программы исследований.

- Формирование четких и прозрачных механизмов принятия решений о закреплении приоритетных направлений и формирования "дорожной карты".

- Определение механизма разработки приоритетов при определении направления средств финансирования НИОКР в нефтегазохимической отрасли.

- Формирование инициативной группы для продвижения и включения итоговых результатов в государственные программы.

Разработка и реализация:

- Конкретизация приоритетов технологического развития в стратегическое программное и плана.

- Обеспечение своевременного создания функционала проектного менеджмента отдельных программ.

- Контроль за результатами реализации программы и плана, сравнение с поставленными целями и сроками.

- Разработка рекомендаций по совершенствованию механизмов и ускорению сроков реализации.

- Обеспечение прозрачности прогресса выполнения плана.

Задачи научного и технологического развития химического комплекса России:

•Добыча:

1. Обеспечение максимально эффективного использования попутного газа: разработка катализаторов и процессов квалифицированной переработки.

2. Разработка технологий экономически эффективного использования нетрадиционных запасов углеводородов (сверхвязкой и сланцевой нефти, газогидратов и т.д.).

3. Обеспечение максимально допустимых коэффициентов извлечения углеводородов на новых месторождениях, разработка системных мер по увеличению нефтегазоотдачи на разрабатываемых месторождениях.

•Первичная переработка:

1. Процессы мягкого гидрокрекинга и каталитического крекинга для углубления переработки нефти с 70% до 85-95%.

2. Внедрение новых технологий переработки тяжелых нефтяных остатков нефтегазохимии.

3. Разработка процессов гидроочистки дизельного топлива и каталитической депарафинизации для производства экологически чистых моторных топлив.

4. Вовлечение в переработку новых видов сырья, в т. ч. инновационные решения в области продуктов на основе возобновляемых источников.

•Последующие переделы:

1. Разработка технологий «Газ - в жидкость» (GTL) и «Метанол – в олефины» (МТО).

2. Внедрение энергосберегающих технологий и повышение мощностей установок пиролиза.

3. Разработка катализаторов для процессов нефтегазохимии и базовых крупнотоннажных процессов.

4. Развитие биоразлагаемых полимеров, получение циклоолефиновых полимеров на металлоценовых катализаторах.

5. Разработка процессов гидроформилирования с использованием металлокомплексных катализаторов.

6. Разработка малотоннажных процессов и оборудования для производства синтетических жидких продуктов.

7. Разработка и внедрение новых технологий очистки воздуха (или отходящих газов), промышленных стоков от примесей.

8. Развитие термоэластопластов: создание химически модифицированных ТЭП, имеющих улучшенные характеристики по сравнению с базовыми.

9. Создание принципиально новых технологий получения полимерных материалов и изделий из них, в том числе методом фронтальной полимеризации.

Существующие механизмы финансирования различных стадий процесса разработки:

НИР:

– РФФИ;

– Базовое финансирование НИО, предоставляемое государством и компаниями;

– Финансирование в рамках постановления 218 "О мерах господдержки развития кооперации российских ВУЗов и организаций,

реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологичного производства";

- ФЦП "Национальная технологическая база" на 2007- 11 гг. (гос. заказчик-координатор Минпромторг);

- ГП Министерства образования и науки после 2013 года (поисковые исследования);

- Инвестиционный фонд Сколково.

ОКР/ОТР:

- ФЦП "Исследование и разработки по приоритетным направлениям развития научно технологического комплекса" России на 2007-13 гг: мероприятие по разработке технологий;

- ФЦП "Национальная технологическая база" на 2007- 13 гг.;

- ГП отраслевых министерств, прежде всего Минэнерго и Минпромторга;

- Российский фонд технологического развития;

- Инвест. фонд Сколково

- Проекты Роснано

- Средства компаний

Базовое проектирование, инжиниринг:

- Средства компаний

- ФЦП "Исследование и разработки по приоритетным направлениям развития научно технологического комплекса" России на 2007-13 гг: мероприятие по коммерциализации разработок

- Возможно привлечение средств инвестиционного фонда Роснано

Система проектного финансирования в России уступает другим странам.

Задача: совершенствование системы государственного финансирования.

Основным источником финансирования НИИ в России являются отчисления из бюджета.

Особенности базового финансирования:

- В среднем составляет около 60% в источниках финансирования НИИ.

- В целом распределяется без учета эффективности НИИ и практически не меняется со временем; финансирование получают как результативные, так и стагнирующие институты.

- Распределяющие базовое финансирование ведомства располагают собственными статическими базами, которые не являются

общедоступными и иногда оказываются несогласованными даже внутри ведомств.

- Финансируется большое количество организаций: в России всего около 5700 организаций, выполняющих исследования и разработки, ~1800 из которых НИИ.

- В среднем НИИ оказываются недофинансированными на 35-80%.

- Основные затраты институтов – текущие; только 5,2% идет на поддержание материально-технической базы.

ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России на 2007-2013 годы».

В рамках ФЦП реализуются проекты по 5 приоритетным направлениям, утвержденным Президентом РФ: «Наноиндустрия и перспективные материалы», «Живые системы», «Рациональное природопользование», «Информационно-телекоммуникационные системы», «Энергетика и энергосбережение». Химическая тематика - в большинстве направлений.

В 2010г. объем бюджетного финансирования НИОКР по ФЦП составил 6,62млрд.рублей, выполнялось 490 контрактов.

Задача: создания центра по коммерциализации разработок НИИ.

Центры коммерциализации научных разработок набирают популярность во многих странах.

Основные задачи:

- Отслеживать научные разработки и определять возможность их патентования и практического применения.

- Патентовать и обеспечивать соблюдение прав собственности.

- Обеспечивать продвижение на рынок запатентованных разработок.

- Следить за тенденциями в отрасли и привлекать инвестиции частного сектора в будущие исследования.

- Ориентировать ученых на перспективные прикладные направления.

Центры коммерциализации научных разработок в НИИ активно развиваются с 1980-х гг.

- Первые центры коммерциализации появились в начале 20 века: Висконсин-Мэдисон 1925, МТИ 1940, Стэнфорд 1970, Макс-Планк 1970.

- В результате введения законодательных изменений¹ после 1980 года более 80% университетов США основали собственные центры коммерциализации.

- В 1880 и 1990 годах европейские НИИ, следуя успешному примеру США, также вводят центры коммерциализации.

– Многие НИИ мирового уровня регулярно задействованы в передаче технологий частному сектору.

– Центры коммерциализации в долгосрочной перспективе приносят существенные экономические, социальные и репутационные выгоды.

Внедрение и коммерциализацию разработок целесообразно осуществлять с помощью общепромышленного центра открытых инноваций.

Пример существующих научно-технологических центров компаний:

ООО "НИОСТ" (СИБУР):

– Лаборатории нефтехимического синтеза, катализаторов и каталитических систем, синтеза пластиков, синтеза каучуков, переработки полимеров.

– Испытательный лабораторный центр НИОСТ.

ОАО "Нижнекамскнефтехим":

– Научно-технологический центр, в состав которого входят 16 исследовательских лабораторий и опытно-промышленный цех по производству углеводородов и их соединений.

– Проект по разработке технологии и организации производства эластомеров совместно с ООО "ХайТекКонсалтинг" г. Казань стоимостью 1606 млн. рублей, из них 676 млн. из средств федерального бюджета.

Российская химическая промышленность, в отличие от других стран, не имеет отечественного партнера для инженерных разработок.

Задача: создание компании – национального чемпиона по инжинирингу. Создание российской инжиниринговой компании поможет повысить конкурентоспособность инвестиций в отрасль.

Формирование инжиниринговой компании.

■ Варианты создания компании.

– Отдельная инжиниринговая компания на базе прямого государственного финансирования (пример Индии).

– Основание инжиниринговой компании на базе одной из нефтегазохимических компаний (пример Китая).

– Создание инжиниринговой компании в партнерстве с одним из мировых лидеров, таких как Линде, Технип.

– Обеспечение квалифицированными кадрами.

– Инвестиции в обучение сотрудников на базе стажировок в ведущих университетах и лабораториях за границей.

– Стимулирование совместной работы с мировыми компаниями и сотрудничества с ведущими лабораториями.

– Привлечение международных экспертов для проведения семинаров и курсов.

– Привлечение международных специалистов в качестве сотрудников.

– Сотрудничество с российским бизнесом.

– Ориентированность на потребности российской нефтегазохимической отрасли.

– Сотрудничество с российскими нефтегазохимическими компаниями в рамках строительства новых мощностей.

Деятельность и задачи инжиниринговой компании.

■ Деятельность.

– Инженерные разработки для химических предприятий на мировом уровне.

– Масштабирование разработок, базовое и детальное проектирование.

– Установка/контроль установки оборудования.

– Проведение анализа осуществимости проектов для компаний.

– Техническая поддержка.

■ Задачи.

– К 2030 году стать одной из 3 ведущих инжиниринговых компаний на российском рынке.

– Стать конкурентоспособным игроком на мировой арене.

Выгоды для отрасли в результате создания инжиниринговой компании.

– Более низкая стоимость человеко-часа квалифицированного инженера.

– Полное использование потенциала российского оборудования.

– Более быстрое согласование с российскими регуляторными органами.

Задача: повышение привлекательности отрасли.

В настоящее время работа в НИИ не является привлекательной из-за низкого уровня зарплат и отсутствия перспектив развития для молодых ученых.

Ключевые проблемы развития молодых ученых в России.

– Отсутствие карьерных перспектив развития в НИИ.

– Отсутствие тех. базы – доля нового оборудования в российских НИИ < 20%.

– Низкий уровень зарплат и социального обеспечения.

– Низкая востребованность результатов научной деятельности (уровень принятых к разработке инвестиционных идей ~ 1%).

– По данным опроса НАИРИТ среди молодых российских ученых, 63% хотели бы заниматься наукой за рубежом и всего 26% - в России (11% не определились).

– Условия оплаты труда в НИИ в России в среднем значительно хуже условий оплаты в частных исследовательских центрах крупных компаний.

– Отсутствие перспектив развития является одной из ключевых причин низкой привлекательности отрасли в России и желания молодых ученых уехать за границу.

– Необходима координация государства, НИИ и частных компаний.

– Целесообразна консолидация усилий и ресурсов игроков отрасли по повышению привлекательности отрасли и привлечению в нее молодых талантов.

Создание условий для эффективного проведения НИОКР в нефтегазохимической отрасли в рамках приоритетов.

НИР.

■ За последние несколько лет реализован ряд масштабных государственных программ по переоснащению бюджетных НИО и ВУЗов.

■ Закупленное новое оборудование используется неэффективно.

(-) Нехватка квалифицированных кадров для работы на современном оборудовании.

(-) Недостаточный уровень сотрудничества между различными НИО.

(-) Низкая эффективность взаимодействия НИО и компаний.

Рекомендации.

– По отдельным приоритетным направлениям создать исследовательские сети, объединяющие ресурсы НИО, ВУЗов и компаний.

– Создать общедоступные научные центры с современным оснащением и квалифицированными специалистами также обеспечить благоприятные условия для функционирования таких центров.

– Разработать механизм использования оборудования НИО и ВУЗов участниками отрасли.

ОКР/ОТР в нефтехимии.

■ Высокая стоимость пилотных и опытно-демонстрационных установок и комплексов для отработки технологий.

■ Проекты имеют существенную степень риска.

■ Имеются специфические требования к разработке технологий и масштабированию.

(-) Недостаточная оснащенность отрасли современными пилотными и опытно-демонстрационными комплексами.

(-) Высокие риски разработки и закупки оборудования для отдельных участников отрасли.

Рекомендации.

– Задействовать все механизмы государственного финансирования (в том числе, в рамках ФЦП и грантового финансирования) для снижения рисков инвестирования в опытно-демонстрационные установки и комплексы.

– Создать опорные научные центры, в том числе на базе крупных НИО с современным опытно-демонстрационным оборудованием, а также обеспечить благоприятные условия для функционирования таких центров.

Базовое проектирование, инжиниринг.

■ Компании требуют комплексного решения в подходе к базовому проектированию.

■ Проектирование.

■ Необходимое оборудование.

■ Квалифицированные специалисты.

■ Комплексные проекты проще реализуются опытными зарубежными компаниями.

(-) Значительные затраты компаний на базовое проектирование и инжиниринг, реализуемые зарубежными компаниями, из-за высокой стоимости человека-часа инженеров, замедленного согласования с российскими регуляторными органами и преимущественного использования импортного оборудования даже при наличии аналогов.

Рекомендации.

– Рассмотреть целесообразность развития ряда российских инжиниринговых компаний при прямой поддержке государства (в том числе, с использованием государственного финансирования) и возможным привлечением мировых лидеров инжиниринга (например, Линде и Технип).

Рекомендуемые мероприятия по совершенствованию системы коммерциализации разработок.

Организационные изменения.

– Развить эффективные институты оценки интеллектуальной собственности.

– Создание центров для отработки пилотных и демонстрационных технологий.

– Создать центры трансферта технологий НИО, в чьи функции входят.

– Продвижение разработок НИО.

– Ориентирование научных сотрудников НИО на бизнес-направления.

Квалификация специалистов.

– Привлекать в центры трансферта технологий:

- Квалифицированных экспертов в области интеллектуальной собственности.

- Бизнес-ориентированных специалистов с научным образованием.

Участие бизнеса.

– Поддержка бизнес-сообществом принципа технологического коридора НИР, ОКР и коммерциализации с активным привлечением ВУЗов, НИО и научно-технических центров компаний.

8.2. Нефтепереработка Татарстана: направления сотрудничества с наукой

ОАО «ТАНЕКО».

– Переработка тяжелой высокосернистой нефти и природных битумов.

– Разработка нового поколения высокоэффективных отечественных катализаторов для основных технологических процессов.

ОАО» ТАИФ - НК».

– Разработка отечественных ингибиторов полимеризации коксообразования, коррозии.

– Разработка реагентов для повышения цетанового числа дизельного топлива.

– Разработка компонента улучшающих эластические свойства битумов.

8.3. Вопросы для изучения:

1. Соотношение экспорт/импорт продукции нефтегазохимического комплекса (НГХК) РФ.

2. Ключевые проекты «Плана развития нефтегазохимии России».

3. Сравнение отечественных технологий НГХК с импортными, основные меры поддержки со стороны государства.

4. Технологические платформы НГХК.
5. Существующие механизмы финансирования различных стадий процесса разработки.
6. Повышение эффективности грантового и программно-целевого финансирования.
7. Увеличение притока финансирования частным сектором.
8. Основные факторы развития нефте- и газохимии России.

8.4. Глоссарий

НИО - включают бюджетные, образовательные и научные организации.

Технологический коридор – согласование равномерного объема и уровня поддержки процесса разработки на каждой стадии: НИР, ОКР и базовое проектирование.

8.5. Рекомендуемые информационные ресурсы:

1. Системы технологий: учебник / Под ред. проф. В.В.Трофимова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2012. –521 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
2. Ткачев А.Г., Шубин И.Н., Попов А.И. Промышленные технологии и инновации. Оборудование для nanoиндустрии и технология его изготовления: Учебное пособие. - Тамбов: Издательство ТГТУ, 2012. - 132 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
3. Орехов В.Н. Учебное пособие: Системы технологий (рекомендации для выполнения технологической части дипломных работ и проектов) ИД«ИНЖЭК» 2011. – 256 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
4. Электронный учебник о современных технологиях (<http://ftpsite.ru/>).
5. Современные системы технологии (<http://stels300.ru>)
6. Промышленные технологии и инновации (<http://edu.tusur.ru>).
7. Технологии Инновации Производство (<http://promvesti-vrn.ru>).
8. Системы технологий (<http://twirpx.com>).

8.6. Список сокращений

НГХК - нефтегазохимический комплекс

НИР – научно-исследовательская работа

ОКР – опытно-конструкторская работа

НИИ – научно- исследовательские институты

НИОКР - научно- исследовательские и опытно-конструкторские разработки

НИО – научно – исследовательские организации

ОТР – опытно – технологическая работа

Биотехнология

Аннотация. В данной теме описываются основные направления развития биотехнологии.

Ключевые слова. Биомасса, биометаногенез, биогаз.

Методические рекомендации по изучению темы

- Тема содержит лекционную часть, где даются общие представления по теме, которую необходимо изучить, и ответить на вопросы.

9.1. Основные направления развития биотехнологии

Условно можно выделить следующие основные направления биотехнологии: биотехнология пищевых продуктов, препаратов для сельского хозяйства, препаратов и продуктов для промышленного и бытового использования, лекарственных препаратов, средств диагностики и реактивов, биотехнология также включает выщелачивание и концентрирование металлов, защиту окружающей среды от загрязнения, деградацию токсических отходов и увеличение добычи нефти. Растительный покров Земли составляет более 1800 млрд. т сухого вещества, что энергетически эквивалентно известным запасам энергии полезных ископаемых. Леса составляют около 68% биомассы суши, травяные экосистемы - примерно 16%, а возделываемые земли - только 8%.

Для сухого вещества простейший способ превращения биомассы в энергию заключается в сгорании - оно обеспечивает тепло, которое в свою очередь превращается в механическую или электрическую энергию. Что же касается сырого вещества, то в этом случае древнейшим и наиболее эффективным методом превращения биомассы в энергию является получение биогаза (метана).

Метановое «брожение», или биометаногенез, - давно известный процесс превращения биомассы в энергию. Он был открыт в 1776 г. Вольтой, который установил наличие метана в болотном газе. Биогаз, получающийся в ходе этого процесса, представляет собой смесь из 65% метана, 30% углекислого газа, 1% сероводорода (H_2S) и незначительных количеств азота, кислорода, водорода и закиси углерода. Болотный газ дает пламя синего цвета и не имеет запаха. Его бездымное горение

причиняет гораздо меньше неудобств людям по сравнению со сгоранием дров, навоза жвачных животных или кухонных отходов. Энергия, заключенная в 28 м³ биогаза, эквивалентна энергии 16,8 м³ природного газа, 20,8 л нефти или 18,4 л дизельного топлива.

Биометаногенез осуществляется в три этапа: растворение и гидролиз органических соединений, ацидогенез и метаногенез. В энергоконверсию вовлекается только половина органического материала—1800 ккал/кг сухого вещества по сравнению с 4000 ккал при термохимических процессах, но остатки, или шлаки, метанового «брожения» используются в сельском хозяйстве как удобрения. В процессе биометаногенеза участвуют три группы бактерий. Первые превращают сложные органические субстраты в масляную, пропионовую и молочную кислоты; вторые превращают эти органические кислоты в уксусную кислоту, водород и углекислый газ, а затем метанообразующие бактерии восстанавливают углекислый газ в метан с поглощением водорода, который в противном случае может ингибировать уксуснокислые бактерии. В 1967 г. Брайант и др. установили, что уксуснокислые и метанообразующие микроорганизмы образуют симбиоз, который ранее считался одним микробом и назывался *Methanobacillus omelianskii*.

Для всех метанобактерий характерна способность к росту в присутствии водорода и углекислого газа, а также высокая чувствительность к кислороду и ингибиторам производства метана. В природных условиях метанобактерии тесно связаны с водородобразующими бактериями: эта трофическая ассоциация выгодна для обоих типов бактерий. Первые используют газообразный водород, продуцируемый последними; в результате его концентрация снижается и становится безопасной для водородобразующих бактерий.

Метановое «брожение» происходит в водонепроницаемых цилиндрических цистернах (дайджестерах) с боковым отверстием, через которое вводится ферментируемый материал. Над дайджестером находится стальной цилиндрический контейнер, который используется для сбора газа; нависая над бродящей смесью в виде купола, контейнер препятствует проникновению внутрь воздуха, так как весь процесс должен происходить в строго анаэробных условиях. Как правило, в газовом куполе имеется трубка для отвода биогаза. Дайджестеры изготавливают из глиняных кирпичей, бетона или стали. Купол для сбора газа может быть изготовлен из нейлона; в этом случае его легко прикреплять к дайджестеру, изготовленному из твердого пластического

материала. Газ надувает нейлоновый мешок, который обычно соединен с компрессором для повышения давления газа.

В тех случаях, когда используются отходы домашнего хозяйства или жидкий навоз, соотношение между твердыми компонентами и водой должно составлять 1:1 (100 кг отходов на 100 кг воды), что соответствует общей концентрации твердых веществ, составляющей 8—11% по весу. Смесь сбраживаемых материалов обычно засевают ацетогенными и метаногенными бактериями или отстоем из другого дайджестера. Низкий pH подавляет рост метаногенных бактерий и снижает выход биогаза; такой же эффект вызывает перегрузка дайджестера. Против закисления используют известь. Оптимальное «переваривание» происходит в условиях, близких к нейтральным (pH 6,0—8,0). Максимальная температура процесса зависит от мезофильности или термофильности микроорганизмов (30—40° С или 50—60° С); резкие изменения температуры нежелательны.

Обычно дайджестеры загружают в землю, чтобы использовать изоляционные свойства почвы. В странах с холодным климатом их нагревают при помощи устройств, которые применяют при компостировании сельскохозяйственных отходов. С точки зрения питательных потребностей бактерий избыток азота (например в случае жидкого навоза) способствует накоплению аммиака, который подавляет рост бактерий. Для оптимальной переработки соотношение C/N должно быть порядка 30:1 (по весу). Это соотношение можно изменять, смешивая субстраты, богатые азотом, с субстратами, богатыми углеродом. Так, C/N навоза можно изменить добавлением соломы или жома сахарного тростника.

Отходы пищевой промышленности и сельскохозяйственного производства характеризуются высоким содержанием углерода (в случае перегонки свеклы на 1 л отходов приходится до 50 г углерода), поэтому они лучше всего подходят для метанового «брожения», тем более, что некоторые из них получаются при температуре, наиболее благоприятной для этого процесса. Желательно перемешивать суспензию сбраживаемых веществ, чтобы воспрепятствовать расслаиванию, которое подавляет брожение. Твердый материал необходимо раздробить, так как наличие крупных комков препятствует образованию метана. Обычно длительность переработки навоза крупного рогатого скота составляет две—четыре недели. Двухнедельной переработки при температуре 35 °С достаточно,

чтобы убить все патогенные энтеробактерии и энтеровирусы, а также 90% популяции *Ascaris lumbricoides* и *Ancylostoma*.

Конференция ООН по науке и технике для развивающихся стран (1979) и эксперты Экономической и социальной комиссии по странам Азии и Тихого океана подчеркнули достоинства интегрированных сельскохозяйственных программ, использующих биогаз. Такие программы направлены на разработку пищевых культур, а также на производство белка культурами водорослей, создание рыбных ферм, переработку отходов и превращение различных отходов в удобрения и энергию в виде метана. Надо отметить, что 38% от 95-миллионного поголовья крупного рогатого скота в мире, 72% остатков сахарного тростника и 95% отходов бананов, кофе и цитрусовых приходятся на долю стран Африки, Латинской Америки, Азии и Ближнего Востока. Не удивительно, что в этих регионах сосредоточены огромные количества сырья для метанового «брожения». Следствием этого явилась ориентация некоторых стран сельскохозяйственно ориентированной экономикой на биоэнергетику. Например, одним из основных принципов энергетической политики Индии является производство биогаза в сельских районах. В конце 1979 г. в Индии работало менее 100 000 установок. В Китае в этот же период насчитывалось 10 млн. установок. Сырьем для загрузки установок в этих странах являются отходы животноводческих ферм и птицефабрик. В Центральной Америке построены установки, работающие на отходах производства кофе. В Масатенанго была построена фабрика, выпускающая 90 м³ биогаза в сутки и 900 т органических удобрений в год из отходов кофе. Биогаз обеспечивает работу двигателя мощностью 35 л. с., являющегося частью устройства, которое лущит кофе со скоростью 3 т/ч, вырабатывает 1500 В электроэнергии и обеспечивает работу компрессора. В Израиле с 1974 г. производством биогаза занимается «Ассоциация киббуци индастриз» (KIA). Проведены фундаментальные исследования процесса метаногенеза при активном участии нескольких университетов и промышленных исследовательских институтов под эгидой министерства энергетики. Анаэробное брожение происходит при 55° С. Исследователям удалось добиться повышения выхода биогаза до 4—6,5 м³ в сутки на каждый кубометр объема цистерны дайджестера (что в десять раз превышает обычный выход). Биогаз состоит из 62% метана и 38% углекислого газа; последний предполагают использовать в теплицах для ускорения фотосинтеза культивируемых растений. Отходы переработки, содержащие только 12% твердого вещества, скармливают

рыбам. Это помогло сэкономить половину гранулированных кормов из злаков, которые обычно употребляют при разведении рыб. Как показали эксперименты, богатые белками, минеральными солями и витаминами отходы крупного рогатого скота и овец можно использовать в качестве корма для скота, заменяя ими до 25% сухого вещества поглощаемой пищи.

Производство биогаза путем метанового «брожения» отходов — одно из возможных решений энергетической проблемы в большинстве сельских районов развивающихся стран. И хотя при использовании коровьего навоза только четверть органического материала превращается в биогаз, последний выделяет тепла на 20% больше, чем его можно получить при полном сгорании навоза.

Производство биогаза имеет следующие достоинства: это источник энергии, доступный на семейном и общинном уровне; отходы процесса служат высококачественными удобрениями и в довершение сам процесс способствует поддержанию чистоты окружающей среды. Чтобы обеспечить крупномасштабное развитие и экономическую выгоду предприятий по производству биогаза, необходимо решить целый ряд биохимических, микробиологических и социальных проблем. Усовершенствования касаются следующих областей: сокращения числа стальных элементов в используемом оборудовании; создания оборудования с оптимальной конструкцией; разработки эффективных нагревателей; нагрева дайджестеров за счет солнечной энергии; объединения систем производства биогаза с другими нетрадиционными источниками энергии; конструирования крупномасштабных производственных единиц для сельских или городских общин; оптимального использования переработанных отходов и, наконец, усовершенствования процессов брожения и начальной деградации отходов.

Биотехнология в состоянии внести крупный вклад в решение проблем энергетики посредством производства достаточно дешевого биосинтетического этанола, который кроме того является и важным сырьем для микробиологической промышленности при получении пищевых и кормовых белков, а также белково-липидных кормовых препаратов.

Источником углеводов также могут служить водоросли. У широко распространенной зеленой водоросли *Botryococcus braunii* (обитающей в пресной и солоноватой воде умеренных и тропических зон)

углеводороды в зависимости от условий роста и разновидностей могут составлять до 75% сухой массы. Они накапливаются внутри клеток, и водоросли, в которых их много, плавают на поверхности. После сбора водорослей эти углеводороды легко отделить экстракцией каким-нибудь растворителем или методом деструктивной отгонки. Таким путем может быть получено вещество, аналогичное дизельному топливу и керосину.

Встречается несколько разновидностей *V.braunii*, отличающихся пигментацией и структурой синтезируемых углеводов. Зеленая разновидность содержит линейные углеводороды с нечетным (25-31) числом атомов углерода, бедных двойными связями. Красная водоросль содержит углеводороды с 34-38 атомами углерода и несколькими двойными связями; это так называемые "ботриококкцены". Смысл существования двух разновидностей в настоящее время изучается. Углеводороды накапливаются в клеточной стенке, их синтез связан с метаболической активностью водоросли в фазе роста. Выход углеводов при создании оптимальных условий культивирования может достигать 60 т/га/год для культуры водорослей, выращиваемой в толще воды в природных или искусственных условиях. Для определения перспективности использования *V.braunii* необходимо провести следующие исследования:

- определить условия, обеспечивающие максимальную скорость роста и образования углеводов в лабораторных и полевых условиях;
- выяснить, можно ли добиться скорости роста *V.braunii*, сопоставимой с известной для других водорослей;
- разработать соответствующие методы выращивания, сбора и переработки;
- оценить применимость получаемого продукта как альтернативного источника топлива и смазочных веществ. Исследования, связанные с выделением и возможностью утилизации углеводов *V.braunii*, могут также способствовать лучшему пониманию вопроса о происхождении нефти.

9.2. Вопросы для изучения:

1. Направления биотехнологии.
2. Национальная программа «Развитие биотехнологии в Российской Федерации на 2006 – 2015 гг.».

9.3. Глоссарий

биометаногенез - давно известный процесс превращения биомассы в энергию.

Биогаз, представляет собой смесь из 65% метана, 30% углекислого газа, 1% сероводорода (H_2S) и незначительных количеств азота, кислорода, водорода и закиси углерода.

9.4. Рекомендуемые информационные ресурсы:

1. Системы технологий: учебник / Под ред. проф. В.В.Трофимова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2012. – 521 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
2. Ткачев А.Г., Шубин И.Н., Попов А.И. Промышленные технологии и инновации. Оборудование для nanoиндустрии и технология его изготовления: Учебное пособие. - Тамбов: Издательство ТГТУ, 2012. - 132 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
3. Орехов В.Н. Учебное пособие: Системы технологий (рекомендации для выполнения технологической части дипломных работ и проектов) ИД«ИНЖЭК» 2011. – 256 с. (ЭБС «КнигаФонд»).
4. Электронный учебник о современных технологиях (<http://ftpsite.ru/>).
5. Современные системы технологии (<http://stels300.ru>)
6. Промышленные технологии и инновации (<http://edu.tusur.ru>).
7. Технологии Инновации Производство (<http://promvesti-vrn.ru>).
8. Системы технологий (<http://twirpx.com>).